Über den

anatomischen Bau der Cyclanthaceenstämme

mit Rücksicht auf die Systematik.

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

Inaugural-Dissertation

zur

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

der

hohen philosophischen Fakultät der Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Bernhard Besser

aus Cassel.

GÖTTINGEN 1914.

Angenommen von der mathematisch - naturwissenschaftlichen Abteilung.

Tag der mündlichen Prüfung: 29. April 1914.

Referent: Herr Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Berthold.

Meinen lieben Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548110_0114

Einleitung.

In der älteren Literatur finden sich über die Anatomie der Cyclanthaceen nur wenige Angaben. Meist handelt es sich um kurze Erwähnungen einzelner anatomischer Verhältnisse, zum Teil im Anschluß an Arbeiten, die sich mit der äußeren Morphologie und den Blütenverhältnissen befassen. Die ersten anatomischen Tatsachen bringt O. Drude, der sich sehr eingehend mit den Cyclanthaceen, jedoch weniger mit ihrer Anatomie, beschäftigt hat. In seiner 1877 erschienenen Arbeit „Über den Bau und die systematische Stellung der Gattung Carludovica" gibt er eine Beschreibung der subepidermalen Prosenchymstränge im Blatte von Carludovica. Eine kurze Darstellung einiger bemerkenswerter anatomischer Verhältnisse enthält seine Bearbeitung der Familie der Cyclanthaceen in Englers und Prantls „Natürlichen Pflanzenfamilien". Hier schildert er den Verlauf der Gefäßbündel in Blattstiel und -spreite, erwähnt das Vorkommen von Gummigängen im Blattstiele der Carludoviceen und vermutet Milchsaftschläuche bei den Cyclanthaceen. O. M. Reinhardt bespricht einige Cyclanthaceenwurzeln in seiner 1885 veröffentlichten Abhandlung „Das leitende Gewebe einiger anormal gebauter Monocotylenwurzeln". W. Scharf beschreibt 1892 in seinen „Beiträgen zur Anatomie der Hypoxideen und einiger verwandter Pflanzen" ziemlich ausführlich Blütenstengel und Blatt von Carludovica palmata sowie das Blatt von Sarcinanthus utilis. Die Anatomie des Rhizoms der erstgenannten Pflanze behandelt er nur kurz. Sehr eingehende anatomische Untersuchungen, die sich jedoch nur auf eine Cyclanthaceenart beschränken, bringt H. Micheels. Zunächst schildert er

1898 in einer kürzeren Arbeit „Sur les canaux gommeux chez le Carludovica plicata“ die Sekretgänge in den Blättern und weist darauf hin, daß für die Systematik das Studium derselben unter besonderer Beachtung ihrer Anordnung und ihres Verlaufs von Bedeutung sein werde. 1900 läßt Micheels eine längere Abhandlung folgen. In „Contribution à l'étude anatomique des organs végétatives et floraux chez Carludovica plicata“ gibt er eine ausführliche morphologisch-anatomische Darstellung von Blatt, Stamm, Wurzel und Blütenorganen. Umfassendere Arbeiten über die Anatomie der gesamten Cyclanthaceen auf Grund genauer Untersuchungen mehrerer Gattungen und Arten sind erst in neuester Zeit erschienen. Vor allem sind dies die 1904 veröffentlichten „Beiträge zur Anatomie der Cyclanthaceen“ von E. v. Oven. Sie befassen sich sehr eingehend mit den rein anatomischen Verhältnissen der Blattspreiten, Blattstiele und Wurzeln. Ferner wird noch von nur drei Arten, nämlich Cyclanthus cristatus, Carludovica Laucheana und Carludovica latifolia, die Anatomie der Blütenstandsstiele sowie von Carludovica Laucheana die des Staminodiums besprochen. Zum Schluß bringt von Oven eine vergleichende Übersicht und eine Einteilung der untersuchten Cyclanthaceen nach den anatomischen Befunden in den Blattspreiten. Die 1910 erschienene Dissertationsschrift von R. Seydel „Zur Anatomie und Physiologie der Cyclanthaceen“ befaßt sich mit der anatomischen und physiologischen Untersuchung von Blattspreite, -stiel und -scheide. Vorwiegend ist diese Arbeit physiologischer Natur, und zwar behandelt der Verfasser in ihr besonders das Vorkommen und die Verteilung von Gerbstoff und Stärke in den genannten Organen.

Über die Anatomie der Cyclanthaceenstämme, deren Untersuchung ich mir zur Aufgabe gemacht habe, liegen zur Zeit nur die Angaben über zwei Arten, Carludovica palmata und Carludovica plicata, vor. Wie bereits oben angeführt, wurde der Stamm der ersteren von Scharf, der der letzteren

von Micheels untersucht. Scharf gibt nur eine sehr kurze Beschreibung des Rhizoms von Carludovica palmata und erwähnt unter anderem das Vorhandensein von großen Schleim führenden Zellen sowie den kollateralen bis halbkonzentrischen Bau der Gefäßbündel. Micheels schildert ausführlich die Anatomie des Stammes von Carludovica plicata. Er bringt dabei nichts Näheres über Anordnung und Lage der Schleimgänge und weist besonders auf das Vorkommen von kollateralen und konzentrischen Gefäßbündeln mit verschiedenen Übergängen zwischen beiden Formen hin, doch macht er keine Angaben über Vereintläufigkeit kollateraler Bündel.

Die von mir untersuchten Cyclanthaceenstämme sind sämtlich dem Göttinger Botanischen Garten entnommen worden. Bei der Seltenheit des Materials war es mir nicht möglich, von jeder Art die verschiedenen oder wenigstens von allen Arten gleiche Altersstadien zu untersuchen. Auch standen mir nicht immer ganze Stämme, sondern vielfach nur Stammstücke zur Verfügung. Beides wäre, wie sich im Laufe der Untersuchung gezeigt hat, für eine genaue vergleichende anatomische Betrachtung von großer Wichtigkeit gewesen. Die einzelnen Arten sind, soweit es sich mit den vorhandenen Hilfsmitteln — eine zusammenhängende systematische Darstellung der Cyclanthaceen gibt es bis jetzt noch nicht — ermöglichen ließ, nachbestimmt worden. Bei einigen zweifelhaften Arten, Carludovica funifera, macropoda und subacaulis, wurde die Nomenklatur des Göttinger Botanischen Gartens beibehalten. Im Folgenden habe ich die untersuchten Arten nach der von Drude in Martius und Eichlers „Flora brasiliensis“ gegebenen systematischen Einteilung der Cyclanthaceen gruppiert.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden auf Anregung des Herrn Geh. Reg.-Rats Prof. Dr. Peter ausgeführt, dem ich auch an dieser Stelle für die stete Förderung meiner Arbeiten meinen besten Dank ausspreche.

Einzeluntersuchungen.

I. Gattung: **Carludovica.**

A. **Carludovicae palmatae.**

Carludovica incisa. Wendl.

Wie alle Arten der zur Gruppe der Palmatae zählenden Carludoviceen besitzt Carludovica incisa einen kräftig entwickelten unterirdischen Stamm.

Untersucht wurde das Rhizom einer jüngeren, jedoch schon völlig ausgewachsenen Pflanze, dessen Länge 10 cm und dessen mittlerer Durchmesser 2—3 cm betrug. Es hat zylindrische Form und verjüngt sich ein wenig nach unten zu. Bis zu seiner endständigen Blätterkrone ist es mit herumfassenden Blattnarben bedeckt, die mit verhältnismäßig kurzen, am unteren schwächeren Teile des Rhizoms mehr langgestreckten Internodien alternieren, aus denen eine große Zahl von Wurzeln entspringt.

Ein Querschnitt durch die Mitte eines Internodiums zeigt uns schon bei makroskopischer Betrachtung eine deutliche Gliederung des Stammes in zwei Geweberegionen, die sich auch bei allen übrigen Carludoviceen wiederfindet. Zahlreiche Gefäßbündel sind in der Mitte des Rhizoms zu einem Zentralzylinder zusammengedrängt, während in der diesen umgebenden Rinde nur wenige Bündel verlaufen.

Vielfach ist die Epidermis schon abgestoßen. Dort, wo sie noch vorhanden ist, setzt sie sich aus kleinen, dünnwandigen Zellen zusammen, die von einer zarten Cuticula überzogen sind. Auf der Flächenansicht erscheinen die Oberhautzellen in deutlichen Längsreihen angeordnet und in der

Regel achsial etwas gestreckt; auf dem Querschnitt sind sie vier- oder fünfseitig und an den aneinanderstoßenden Ecken schwach kollenchymatisch verdickt.

Aus der unter der Epidermis liegenden Rindengewebsschicht hat sich Kork entwickelt, dessen dünnwandige Zellen zwei bis drei Lagen bilden. Die Initialschicht, die sich wie auch bei allen anderen Cyclanthaceen auf die Erzeugung von Korkzellen beschränkt, hat ihre Tätigkeit eingestellt und ist vollständig sklerotisiert. (Abb. 1). Ihre Zellen zeigen die typische Steinzellform, starke Verdickung und Verholzung der Wände, die von oft verzweigten Tüpfelkanälen durchsetzt sind und ein kleines Zellvolumen einschließen. Zum Teil sind noch die zuletzt aus dem Phellogen entstandenen Zellen in Sklereiden übergegangen. Auch die innen an diesen Steinzellgürtel grenzenden Schichten des großzelligen Rindengewebes sind, besonders im unteren Teil des Stammes, wo es sich meist um zwei bis drei Schichten handelt, zu Steinzellen geworden. Eine gleiche Verkorkung und Sklereidenbildung, die sich an die obige anschließt, findet sich an den Blattnarben, sodaß das ganze Rhizom durch einen geschlossenen Steinzellring geschützt ist.

Das parenchymatische Rindengewebe besteht aus prismatischen Zellen, die auf dem Querschnitt polygonal oder fast rund bis elliptisch erscheinen, gewöhnlich achsial etwas gestreckt und in regelmäßigen Längsreihen angeordnet sind. Seine äußersten Zellschichten sind leicht kollenchymatisch. Alle übrigen Zellen lassen kleine drei- oder vierseitige Interstitien zwischen einander frei.

Als Inhalt führen die Rindenzellen verschieden geformte Stärkekörner in großen Mengen, abgesehen von den äußersten Zellschichten, in denen die Stärke ein wenig spärlicher auftritt. Zahlreiche Zellen, vorwiegend an der Peripherie, die meistens in Gruppen beieinander liegen, enthalten Gerbstoff, der als brauner Inhalt kenntlich ist und mit einer alkoholischen

Lösung von Eisenchlorid einen blauschwarzen Niederschlag bildet. In vielen Zellen lagern kurze, aus sehr dünnen Kristallnadeln von Calciumoxalat zusammengesetzte Raphidenbündel. Überall im Rindengewebe verbreitet kommen sehr große, in der Regel achsial gestreckte, oft schlauchförmige Zellen vor, die mit einem farblosen Schleime gefüllt sind. In letzterem sind fast immer Raphidenbündel, die aus langen und starken Kristallnadeln bestehen, eingebettet. Der in Wasser quellende Schleim ließ sich durch die für seinen Nachweis bekannten und gebräuchlichen mikrochemischen Reaktionsmittel nicht färben.

Außerdem findet sich noch Schleim in zahlreichen schizogen entstandenen Gängen und Lücken, etwa von der Größe eines Gefäßbündels, die auf ihrem Querschnitt eine sehr unregelmäßige, bisweilen jedoch nahezu runde Form zeigen und von dünnwandigen und stärkereichen, papillös in den Gang vorgewölbten Epithelzellen ausgekleidet sind. Die Gänge sind regellos im Rindengewebe verteilt und verlaufen in verschiedenen Richtungen, hauptsächlich in der Wachstumsrichtung Mitunter verzweigen sie sich oder anastomosieren miteinander. Während der obere Teil des Stammes nur verhältnismäßig wenig Schleimgänge aufweist, und die Zahl der Schleim führenden Riesenzellen bei weitem überwiegt, ist im unteren Teile des Rhizoms das Umgekehrte der Fall.

Kleine Sklerenchymfaserbündel, deren Vorkommen sich im allgemeinen auf die Peripherie beschränkt, durchziehen das Rindengewebe und sind vor allem auf einem Querschnitt durch längere Internodien in ziemlich großer Zahl zu finden, während ein Querschnitt durch ein kurzes Internodium nur wenige, gewöhnlich schräg durch die Rinde verlaufende Faserbündel erkennen läßt. Auch kleine kollaterale Gefäßbündel, deren Xylem bei den mehr peripher gelegenen Bündeln stark reduziert ist und die, soweit es sich um die im innersten Teil der Rinde gelagerten Bündel handelt auf der Außen- und

Innenseite von einem schwachen Sklerenchymfaserbelag begleitet sind, liegen im Rindengewebe und zwar meist in schräger Richtung, besonders innerhalb kurzer Internodien. Es sind dies Faser- und Gefäßbündelstränge, die später in die Blätter eintreten und daher immer in mehr oder minder schräger Lage, je nach der Länge der Internodien, das Gewebe durchdringen.

Der Zentralzylinder zeigt sich im unteren Teile des Rhizoms von einer einschichtigen, kleinzelligen Endodermis umgeben, deren Zellen bisweilen etwas tangential, in der Hauptsache achsial gestreckt sind und Verkorkung aufweisen. An vielen Stellen bleiben große Lücken unverkorkter Zellen frei. Einige Zellen lassen schwache Verdickung und Verholzung der Innen- und Seitenwände sowie Tüpfelung der Verdickungsschicht erkennen. Im oberen Teile des Stammes ist die Endodermis nicht in so auffallender Weise von dem übrigen Parenchymgewebe verschieden. Verkorkung und Verholzung ist noch nicht eingetreten; doch läßt sich ihre Lage auch hier durch die Anhäufung der Gefäßbündel auf ihrer Innenseite deutlich wahrnehmen.

Das Grundgewebe des Zentralzylinders setzt sich aus Zellen von verschiedener Größe zusammen, die auf dem Querschnitt polygonale, oft fast runde Form zeigen und drei- oder viereckige Interzellularen zwischen sich frei lassen, auf dem Längsschnitt unregelmäßig polygonale Gestalt besitzen. Nur an der Peripherie, wo die Gefäßbündel einen mehr gleichmäßigen Verlauf in der Wachstumsrichtung nehmen, sind die Zellen achsial verlängert und in Längsreihen angeordnet.

Alle Zellen sind vollgepfropft mit Stärkekörnern. Gerbstoff findet sich in weit größeren Mengen als im Rindengewebe und zwar in besonders großen Zellen, die gewöhnlich in Gruppen beieinander liegen und nur sehr wenig kleinkörnige Stärke führen. Zellen, die kleine Raphidenbündel

einschließen, sind allenthalben im Grundgewebe verstreut, ebenso große Schleim führende Zellen mit langen Raphidenbündeln von gleicher Form wie die in der Rinde beobachteten.

Auch einige Schleimgänge durchziehen regellos das Gewebe, doch treten sie nie im peripherischen Teile auf.

Die Gefäßbündel sind ohne irgendwelche Einheitlichkeit im Zentralzylinder verteilt. An der Innenseite der Endodermis drängen sie sich dicht zusammen, während sie sonst weit auseinander liegen. In dem oberen stärkeren Teile des Stammes zeigen die nicht am Außenrande gelagerten Bündel einen sehr unregelmäßigen Verlauf. Größe und Gestalt der Bündel sowie die Anordnung ihrer Elemente ist, wie in den Stämmen aller Cyclanthaceen, sehr mannigfaltig. Die äußeren Bündel sind, wenn wir den Querschnitt betrachten, klein, rund und kollateral gebaut. Nach der Mitte des Zentralzylinders zu werden sie größer, nehmen mehr und mehr elliptische Form an und gehen allmählich in konzentrische Bündel über. Alle sind von einer parenchymatischen Scheide, die aus kleineren Zellen besteht, umgeben. Das Xylem setzt sich aus dünnwandigem Holzparenchym und verdickten, verholzten Tracheen und Tracheiden zusammen, die spiral-, ring- oder netzförmige Wandversteifungen, vielfach auch treppen- oder leiterartige Durchbrechungen aufweisen. Von den kollateralen zu den amphivasalen Gefäßbündeln, wie Straßburger in seinem Werke „Über den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen“ die konzentrischen Bündel bezeichnet, bei denen der Gefäßteil außen liegt, lassen sich verschiedene Übergänge beobachten. So umgibt oft das Xylem mehr oder weniger hufeisenförmig das Phloem. Einen völlig geschlossenen Xylemring haben die amphivasalen Bündel nur zum Teil. Vielfach ist derselbe, besonders an den Flanken, unterbrochen, sodaß sich seine Elemente in mehreren, häufig vier Gruppen, um das Phloem herumlagern. Wahrscheinlich sind diese Gefäßbündelformen durch Anein-

anderlagerung kollateraler Bündel mit ihrer Phloemseite entstanden. (Abb. 2). Auf ihrer Innenseite sind die konzentrischen Bündel, die kollateralen nur bisweilen, von einem schwachen Faserbelag, bestehend aus verholzten und mäßig verdickten sklerenchymatischen Elementen mit schief aufsteigenden Tüpfeln, begleitet. Zerfällt das Xylem der konzentrischen Bündel, wie oben angeführt, in Gruppen, so besitzt die innere den Faserbelag. Im Siebteil findet sich vielfach, vor allem bei den konzentrischen Gefäßbündeln, ein zentral gelagerter Sklerenchymfaserstrang, der sich bei den kleineren Bündeln aus wenigen Fasern zusammensetzt.

Carludovica palmata. Ruiz. et Pav.

Die Untersuchungen wurden an den Rhizomen einer noch jüngeren und einer schon älteren Pflanze ausgeführt. Ersteres zeigte zylindrische Form und besaß eine Länge von 10 cm und eine Dicke von 4 cm. Letzteres, von dem mir zur Untersuchung nur der obere Teil zur Verfügung stand, hatte eine Länge von 15 cm und einen Durchmesser von 8 cm. Breite, herumgreifende Blattnarben, die mit verschwindend kurzen, am älteren Rhizom Längsrisse aufweisenden Internodien wechseln, bedecken den ganzen Stamm, der zahlreiche Wurzeln aussendet.

Ein Querschnitt zeigt uns die Rinde von einer einschichtigen Epidermis aus dünnwandigen, vier- oder fünfseitigen Zellen umgeben, die in der Regel etwas radial gestreckt sind und mit der Außenwand sich schwach vorwölben. Über die Oberhautzellen ist eine zarte Cuticula gelagert.

In dem unter der Epidermis liegenden Rindengewebe hat lebhafte Korkbildung begonnen, die sehr ungleichmäßig vor sich geht. Zunächst ist die sich an die Epidermis anlagernde Rindenschicht oder eine der nächstinneren Schichten in Teilung getreten und hat meist mehrere Lagen dünnwandiger, sehr verschieden großer Korkzellen erzeugt. Vielfach haben die

Phellogenzellen nach Bildung von wenigen Korkzellen, oft nur zwei oder drei, ihre Tätigkeit eingestellt und sind selbst verkorkt. Darunter liegende Zellen oder bisweilen erst solche, die einer tiefer gelagerten Schicht angehören, wobei die übersprungenen Zellen ebenfalls verkorkt sind, haben die Korkentwicklung wieder aufgenommen. Dieser Vorgang wiederholt sich an vielen Stellen der Rinde mehrmals. Der so entstandene Korkring, der sich von den Internodien aus auch an den Blattansatzstellen fortsetzt, zeigt daher bei der ersten Betrachtung eine sehr unregelmäßige Anordnung seiner Zellen. In dem älteren Rhizom hat der Kork bereits eine beträchtliche Dicke erreicht und die Epidermis infolgedessen häufig abgesprengt.

Das Rindengewebe setzt sich aus prismatischen Zellen zusammen, die auf dem Querschnitt ungleichmäßig polygonal erscheinen, dreiseitige Interstitien miteinander bilden und bis auf die etwas kleineren Zellen der an den Kork grenzenden Schichten gewöhnlich achsiale Streckung und Anordnung in Längsreihen zeigen.

Alle Zellen sind reich an verschieden gestalteten Stärkekörnern. Gerbstoff als Inhalt führen zahlreiche, oft sich zu Gruppen aneinander lagernde Zellen. Auf frischen Schnitten ist er als rotbrauner Inhalt zu erkennen. Häufig finden sich in der Rinde, namentlich an der Peripherie, Zellen, die in Schleim eingebettete kleine Raphidenbündel oder, was weit mehr der Fall ist, feine in Haufen regellos durcheinander lagernde Kristallnadeln enthalten. Viele, auffallend große Schleim führende Zellen durchsetzen das ganze Gewebe, in etwas geringerer Zahl an der Peripherie, sodaß schon bei makroskopischer Betrachtung die Rinde siebartig durchlöchert erscheint. Ihr Querschnitt ist annähernd rund, teils sind sie achsial, fast schlauchförmig gestreckt, teils besitzen sie kürzere, nahezu kugelige Form. In dem Schleim sind in der Regel große, langgestreckte Raphidenbündel oder kleine Haufen von Kristallnadeln eingeschlossen.

Ganz vereinzelt konnte ich im älteren Rhizome auch einige schizogene Schleim führende Lücken beobachten.

Eine charakteristische und ausgeprägte Endodermis als Abschluß des Zentralzylinders ließ sich nirgends, auch nicht in dem älteren Rhizome, erkennen. Nur mehrere Lagen von Zellen, die sich durch tangentiale Streckung und durch ihren geringen Inhalt an kleineren Stärkekörnern vor den benachbarten Zellen des Grundgewebes auszeichnen, umschließen den Zentralzylinder.

Das Grundgewebe des letzteren besteht aus Zellen von sehr verschiedener Form und Größe Auf dem Querschnitt wie auf dem Längsschnitt zeigen sie unregelmäßig polygonale Gestalt und an den zusammenstoßenden Ecken kleine, meist dreiseitige Interstitien.

Stärke findet sich in großen Mengen in allen Zellen mit Ausnahme der zahlreichen im Gewebe verbreiteten und gewöhnlich zu Gruppen vereinigten Zellen, die Gerbstoff führen. Zellen, die Calciumoxalat als kleine Raphidenbündel oder in Haufen von Kristallnadeln enthalten, sind in etwas geringerer Zahl als in der Rinde vorhanden. Schleim führende Riesenzellen, an Form und Inhalt den zuvor beschriebenen gleichend, durchsetzen in großer Menge das Gewebe.

Schleimlücken fand ich nur wenige in dem älteren Rhizom, jedoch nicht im äußeren Teile des Zentralzylinders.

Die Gefäßbündel, die an der Peripherie gedrängter liegen, sind sehr unregelmäßig angeordnet und verlaufen in allen Richtungen. Ihr Bau ist kollateral oder konzentrisch. Vom Außenrande, wo sie kollateral sind und einen kleinen, runden Querschnitt zeigen, gehen die Bündel nach der Mitte hin mit mannigfachen Zwischenzuständen allmählich in amphivasale über, werden größer und nehmen auf dem Querschnitt elliptische Gestalt an. Als Übergänge findet man vor allem kollaterale Gefäßbündel, deren Xylem U-förmig den Siebteil umfaßt. Die Elemente des Gefäßteils sind die

gleichen wie bei Carludovica incisa. Eine sklerenchymatische Faserscheide war an keinem der Gefäßbündel, auch nicht an denen des sehr stark entwickelten älteren Stammes, zu bemerken. Nur eine kleinzellige parenchymatische Scheide umgibt die Bündel. Im Innern des Zentralzylinders lassen sich vereinzelt konzentrische Gefäßbündel beobachten, deren Xylemring, besonders an den Flanken, Unterbrechungen aufweist, durch die er in mehrere Gruppen gespalten ist. Sicherlich sind auch diese Bündel durch Vereinigung kollateraler Gefäßbündel mit ihrer Phloemseite gebildet worden.

Carludovica rotundifolia. Wendl.

Zur Untersuchung gelangte ein kurzes rübenähnliches Rhizom einer älteren, ausgewachsenen Pflanze. Seine Länge betrug 15 cm, sein Durchmesser an der stärksten Stelle 7 bis 8 cm. Breite, herumfassende Blattnarben, an denen noch vielfach Reste der scheidigen Stielbasis anhaften und die durch sehr kurze Internodien voneinander getrennt sind, bedecken das Rhizom bis zur Spitze. Zahlreiche Wurzeln brechen aus den Internodien hervor. Am oberen Teile des Rhizoms haben sich einige kurze Seitenzweige entwickelt.

Die einschichtige Epidermis, die nur an den allerjüngsten Internodien an der Spitze des Stammes vorhanden, an allen übrigen Teilen schon abgestoßen war, besteht aus kleinen, dünnwandigen, auf dem Querschnitt vier- oder fünfeckigen Zellen, die ein wenig in der Richtung des Radius verlängert und schwach kollenchymatisch verdickt sind. Eine zarte Cuticula breitet sich über alle Zellen der Oberhaut.

Dort, wo die Epidermis abgeworfen ist, zeigt das Rhizom Korkentwicklung, die ihren Ursprung in der unter der Epidermis liegenden Zellreihe oder in etwas tiefer gelegenen Schichten genommen hat. Überall hat das Phellogen seine Tätigkeit wieder eingestellt. Es sind nur wenige Lagen verschieden großer Korkzellen vorhanden, deren regelmäßige

Anordnung häufig Störungen erleidet. Die Zellen der Initialschicht sowie meist die zuletzt aus ihnen hervorgegangenen Zellen sind in Sklereiden übergegangen. Mehrere Schichten des sich an der Innenseite des Phellogens anschließenden Rindengewebes haben ebenfalls Sklereidenform angenommen, sodaß ein geschlossener Steinzellgürtel, der dem bei Carludovica incisa beobachteten sehr ähnlich ist und stellenweise große Mächtigkeit erreicht, das gesamte Rhizom umspannt.

Ungleichmäßig prismatische Zellen von oft verschiedener Größe, die auf dem Querschnitt polygonale Form haben und an den zusammenstoßenden Ecken in der Regel dreiseitige Interstitien miteinander bilden, setzen das Rindengewebe zusammen. Abgesehen von den äußersten Schichten sind sie in der Mehrzahl in der Wachstumsrichtung verlängert und bisweilen in deutlichen Quer- und Längsreihen angeordnet.

Stärkekörner von elliptischer Form enthalten die Rindenzellen in reichlichen Mengen. Gerbstoff führen nur die außerhalb des Sklereidenringes liegenden Korkzellen. Zellen, die Calciumoxalat als kleine Raphidenbündel oder als Haufen von kleinen Kristallnadeln in sich einschließen, sind überall im Gewebe verstreut. Sehr lange Raphidenbündel lassen sich in den zahlreich in der Rinde auftretenden, auffallend großen Schleimzellen wahrnehmen. Letztere besitzen schlauchförmige Gestalt, sind fünf- bis sechsmal so lang wie breit und vorzugsweise in der Achsenrichtung gelagert.

Schleim führende schizogene Gänge und Lücken, die sich verzweigen und miteinander anastomosieren, durchdringen das Rindengewebe, besonders den äußeren Teil in allen Richtungen. Ihr Querschnitt zeigt unregelmäßige, selten runde Form. Kleine, rundliche und dünnwandige Zellen begrenzen den Interzellularraum.

Ganz vereinzelt konnte ich Sklerenchymfaserbündel und kleinere reduzierte Gefäßbündel beobachten, die auf einem Querschnitt meist schief getroffen waren.

Auch hier ist die Endodermis, wie bei den vorher besprochenen Arten nicht an allen Stellen des Rhizoms scharf ausgeprägt. Gewöhnlich trennen mehrere Lagen von Zellen, die sich durch ihre tangentiale Streckung und ihren Inhalt an kleineren Stärkekörnern von den benachbarten Zellen des Grundgewebes unterscheiden, den Zentralzylinder von der Rinde. Nur im unteren Teile des Stammes ist eine einschichtige, verkorkte Endodermis, die jedoch nur stellenweise auftritt und große Unterbrechungen aufweist, vorhanden. Einzelne ihrer Zellen sind U-förmig verdickt, verholzt und getüpfelt

Das Grundgewebe des Zentralzylinders ist großzelliger als das Rindengewebe. Auf dem Querschnitt erscheinen seine Zellen unregelmäßig polygonal und bilden dreiseitige Interstitien miteinander. Zwischen den am Außenrande dichter angeordneten Gefäßbündeln sind sie achsial gestreckt.

Alle Zellen sind mit Stärkekörnern reichlich gefüllt, ausgenommen sind nur die in außerordentlich großer Zahl auftretenden Gerbstoffzellen, die vorwiegend in Gruppen beieinander liegen und alsdann vielfach in einem Ring um die einzelnen Gefäßbündel angeordnet sind. Kleine Rhaphidenbündel und Haufen von feinen Kristallnadeln finden sich in vielen Zellen. Auch hier sind große Schleim und Raphiden führende Zellschläuche ebenso zahlreich wie in der Rinde verbreitet. Nur im peripherischen Teile sind sie in der Wachstumsrichtung, sonst in verschiedenen Richtungen gelagert. Häufig scheint der Schleim gerbstoffhaltig zu sein, da er bei Einwirken von Eisenchlorid blauschwarze Färbung annimmt.

Schleimgänge und -lücken, die sich bisweilen verzweigen oder miteinander anastomosieren, durchziehen in mäßiger Zahl das Grundgewebe des Zentralzylinders, in der Hauptsache nur die mittlere Region.

Die Gefäßbündel sind regellos im Zentralzylinder verteilt. An der Innenseite der Endodermis sind sie etwas gehäuft.

Im allgemeinen zeigen sie sehr unruhigen Verlauf. Ihr Bau ist kollateral oder konzentrisch. Als Elemente des Xylems kommen Tracheen oder Tracheiden mit ring- oder spiralförmigen Verdickungen und treppen- oder leiterartigen Durchbrechungen vor. An die Endodermis legen sich kollaterale Gefäßbündel mit kleinem, rundem Querschnitt an. Ihr Gefäßteil besteht aus nur wenigen Elementen. Ein Sklerenchymbelag ist an keinem der Bündel ausgebildet. Nach innen zu folgen Gefäßbündel, die sämtlich schon Übergänge zu amphivasalen zeigen. Das Xylem umgibt meist hufeisenförmig den Siebteil. Hieran schließen sich weiter nach der Mitte hin wohlausgebildete konzentrische Gefäßbündel an. Zugleich werden sie größer und gehen in elliptische Form über. An der Innenseite lagert bei der Mehrzahl ein mäßig starker sklerenchymatischer Faserbelag. Im Phloem treten zu kleinen Gruppen, oft nur zu einer, angeordnete Sklerenchymfasern auf, die entweder im zentralen Teile liegen oder sich an der Innen-, mitunter auch der Außenseite des Siebteils an das Xylem anlagern. Alle Bündel sind von einer geschlossenen, kleinzelligen parenchymatischen Scheide umfaßt, deren Zellen, in der Hauptsache nur die an der Innenseite der Bündel liegenden, bisweilen verdickt, verholzt und getüpfelt sind. Bei den im mittleren Teile des Zentralzylinders verlaufenden Gefäßbündeln ist der sonst geschlossene Xylemring an verschiedenen Stellen unterbrochen. Das parenchymatische Grundgewebe greift bis in den Siebteil hinein und tritt oft an den phloemständigen, hier sehr stark entwickelten und dem Xylem angegliederten Sklerenchymfaserstrang heran. Die Bündel zeigen sich so in mehrere, in der Regel vier Gruppen gespalten. Ein Sklerenchymbelag begleitet meistens nur die stets am stärksten ausgebildete Innengruppe. Entstanden sind diese Gefäßbündelstränge offenbar durch Verschmelzung mehrerer kollateraler Gefäßbündel mit ihren Siebteilen.

B. Carludovicae bifidae.

1. Carludovicae triplinerviae.

Carludovica funifera. Kunth.

Die zu der Untergruppe der Triplinerviae gehörenden Carludoviceen besitzen, soweit es sich um die im Göttinger Botanischen Garten vorhandenen und von mir untersuchten Arten handelt, einen kurzen, aufrechten oberirdischen Stamm.

Zur Untersuchung stand mir von Carludovica funifera der untere Teil eines schon älteren Stammes zur Verfügung, der 15 cm lang war und einen Durchmesser von 3—4 cm besaß. Nur sehr kurze Internodien, aus denen zahlreiche Adventivwurzeln hervorsprießen, liegen zwischen den breiten, um den Stamm herumfassenden Blattansatzstellen, an denen vielfach Reste der Blattstiele haften.

Noch überall an den Internodien ist die Epidermis, die eine ganz besondere Ausgestaltung zu ihrer Festigung erhalten hat, vorhanden. (Abb. 3). Auf dem Querschnitt zeigen ihre mäßig großen Zellen fünf-, mitunter vierseitige Gestalt und an den Ecken stark kollenchymatische Verdickung Ihre Außenwände sind sehr verdickt und wie auch alle übrigen Wände verholzt. Die Mehrzahl der Zellen ist achsial etwas gestreckt. Darüber lagert eine Cuticula, die oft kleine Erhebungen bildet. Diese lassen sich auf der Flächenansicht als wellig verlaufende Längsstreifen erkennen. Bei vielen Oberhautzellen sind noch weitere Verdickungserscheinungen eingetreten. An die Innenseite der Wände haben sich verholzte Verdickungsschichten angelagert, die von zahlreichen Tüpfeln durchsetzt sind, sodaß es aussieht, als ob kleine Sklereiden in den Epidermiszellen eingeschlossen seien. Eine große Zahl von Zellen zeigt Erscheinungen, bei denen es sich scheinbar um Übergangsstadien zu einer späteren sklerotischen Verdickung handelt. Sie sind von einer körnigen Substanz erfüllt, die sich meist in Schichten an die Wände

anlagert und im Innern ein kleines Lumen begrenzt. Vielfach ließ sich in diesen Schichten schwache Tüpfelung beobachten.

Die auf die Epidermis folgende Rindenzellreihe ist zu einem korkbildenden Phellogen geworden. Von den drei bis vier dünnwandigen, durch tangentiale Teilungen nach außen abgetrennten Zellschichten ist in der Regel nur die äußere verkorkt. An die Außenwände ihrer Zellen hat sich eine stark verholzte Verdickungsschicht angelagert. An den Blattnarben setzt sich der Kork fort. Hier ist er weit stärker entwickelt.

Ziemlich dickwandige prismatische Zellen, die auf dem Querschnitt polygonal oder rundlich erscheinen und drei- oder vierseitige Interstitien zwischen sich einschließen, bilden das Rindengewebe. Die Zellen der äußersten Schichten sind kollenchymatisch. Vereinzelt treten in ihnen tangentiale Teilwände auf. Alle übrigen Zellen der Rinde sind erheblich in der Wachstumsrichtung gestreckt. Auf dem Längsschnitt besitzen sie lange, schmale Form und grenzen oft mit schräg stehenden Querwänden aneinander. Vielfach sind sie mit kleinen rundlichen Poren versehen. Von der achsialen Streckung ausgenommen sind die dünnwandigen Zellen einer breiten Gewebszone, die ringförmig die Endodermis umgibt. In ihr liegen die Schleimgänge und -lücken, auf deren Beschreibung ich im folgenden näher eingehen werde.

Rundliche bis elliptische Stärkekörner füllen die Rindenzellen, in besonders großen Mengen die der Schleimlückenzone. Gerbstoff findet sich in zahlreichen im Gewebe verstreuten Zellen sowie in einzelnen Zellen des Korkes und der Epidermis. Raphidenzellen, selten größere, mit mäßig langen, aus dünnen Kristallnadeln gebildeten Bündeln sind allenthalben in der Rinde verbreitet.

Das Vorkommen von Schleimgängen beschränkt sich auf die zuvor erwähnte Gewebszone, in der sie neben einander

liegend zu einem die Endodermis umgebenden Ring angeordnet sind. Sie sind schizogen entstanden und zeigen auf dem Querschnitt sehr verschiedene und unregelmäßige Form. In der Regel sind sie tangential zur Endodermis lückenartig in die Breite gezogen und von rundlichen, dünnwandigen Zellen eingeschlossen, die vielfach auseinander gerissen sind und einzeln oder in Gruppen in den Schleimmassen liegen. Auf Tangentialschnitten konnte ich verschiedentlich Verzweigungen dieser Schleimgänge beobachten.

Kleine Sklerenchymfaserbündel findet man häufig im äußeren Teil der Rinde, namentlich auf einem Querschnitt durch die Mitte eines längeren Internodiums, in dem sie weniger schräg verlaufen. Ebenso verhält es sich mit den im Rindengewebe, jedoch mehr im inneren Teile, vorkommenden kleinen kollateralen Gefäßbündeln, deren Vasalteil im allgemeinen stark reduziert ist, und die meist auf Phloem- und Xylemseite von einem schwachen Faserbelage begleitet sind.

Die Grenze zwischen Rinde und Zentralzylinder tritt scharf hervor. Eine einschichtige, lückenlos verkorkte Endodermis umschließt die zentrale Gefäßbündelregion. Ihre kleinen, in der Mehrzahl tangential gestreckten Zellen zeigen außerdem noch starke Verdickung und Verholzung der Innen- und Seitenwände. Diese Verdickungsschichten, die sich an den Innenrand der verkorkten Zellwände angelagert haben, sind von elliptischen Poren durchsetzt. Russow bezeichnet in seinen „Betrachtungen über das Leitbündel- und Grundgewebe“ eine derartig verdickte Endodermis als C-Scheide. Eine mechanische Verstärkung erfährt sie noch dadurch, daß die vorwiegend tangential gestreckten Zellen mehrerer Schichten des sich an ihre Innenseite anlehnenden Grundgewebes ebenfalls, jedoch allseitige Verdickung und Verholzung ihrer getüpfelten Wände aufweisen.

Ziemlich dickwandige Zellen, die auf dem Querschnitt polygonale, oft nahezu runde Form besitzen und drei- oder

vierseitige Interstitien zwischen sich frei lassen, bilden das Grundgewebe des Zentralzylinders. Auf dem Längsschnitt erscheinen sie im allgemeinen unregelmäßig polygonal und mitunter achsial etwas gestreckt, so fast immer die kleineren die Gefäßbündel umgebenden Zellen. Viele Zellen sind mit kleinen Poren versehen.

Mit Ausnahme der mehrschichtigen Schutzscheide führen alle Zellen reichlich Stärke. Gerbstoff kommt als Inhalt einer großen Zahl im Gewebe verstreuter Zellen vor. Raphidenzellen finden sich in mäßiger Zahl wie in der Rinde. Häufig sind in sehr lang gestreckten, an die Gefäßbündel sich anlehnenden Zellen aus langen Kristallnadeln zusammengesetzte Raphidenbündel eingelagert.

Eine Menge bisweilen verzweigter Schleimlücken von der zuvor beschriebenen Beschaffenheit durchdringt den mittleren Teil des Zentralzylinders.

Die Gefäßbündel, die sich an der Peripherie dichter zusammendrängen und ohne irgendwelche Ordnung im Gewebe verteilt sind, zeigen ziemlich regelmäßigen Verlauf. Sie sind kollateral oder amphivasal gebaut, besitzen in der äußeren Region kleinen, runden Querschnitt und nehmen nach der Mitte zu allmählich größere und elliptische Form an. Die tracheidalen und Gefäßelemente des Xylems sind zum Teil schrauben- oder ringförmig verdickt, zum Teil zeigen sie Tüpfelung oder leiter- und treppenartige Wanddurchbrechungen. Gegenüber dem sehr stark entwickelten Vasalteile ist das Phloem verhältnismäßig klein geblieben. In der Anordnung ihrer einzelnen Elemente lassen die Gefäßbündel eine außerordentliche Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit erkennen. An der Peripherie sind sie noch durchweg kollateral. Der Gefäßteil faßt gewöhnlich U-förmig um das kleine Phloem herum. Eine nahezu immer geschlossene sklerenchymatische Scheide aus stark verdickten Fasern, die auf der Xylemseite am kräftigsten entwickelt ist, trennt die Bündel von dem

Grundgewebe. Auf diese Gefäßbündelzone folgen nach der Mitte zu konzentrische Bündel. Auch sie sind von einem meist geschlossenen Sklerenchymfaserring bedeckt. Auf der Innenseite erreicht letzterer mondsichelförmig eine auffallende Mächtigkeit, die desto größer ist, je mehr die Bündel nach dem Zentrum hin liegen. Häufig durchbricht die Faserscheide, vor allem an den beiden Flanken, das Xylem und dringt in das Phloem ein. Vielfach vereinigen sich die von entgegengesetzten Seiten eingreifenden Faserzellen zu einer zusammenhängenden Sklerenchymbrücke, die den Siebteil mit dem ihn umschließenden Holzteil in zwei Gruppen spaltet, von denen die größere innen, die kleinere außen liegt, sodaß es den Eindruck erweckt, als ob sich ein kleines kollaterales Gefäßbündel mit seiner Phloemseite an die eines größeren angelegt habe. Eine derartigeEntstehung ist sogar als sicher anzunehmen, lassen sich doch im mittleren Teile des Zentralzylinders viele Gefäßbündelstränge beobachten, deren Zusammensetzung aus mehreren Bündeln noch deutlich erkennbar ist. Meist haben sich vier kollaterale Gefäßbündel, die einander ihre Phloemseiten zukehren, mit ihrer Sklerenchymfaserscheide vereinigt. Das innere Bündel ist auch hier das größte und weist auf seiner Xylemseite den stärksten Faserbelag auf.

Carludovica humilis. Poepp. et Endl.

Untersucht wurde ein kräftiger Seitenzweig eines alten 20 cm hohen, armdicken Stammes. Er besaß eine Länge von 15 cm und eine mittlere Breite von 3 cm. Am unteren Teile, wo er sich stark verjüngte, zeigte er nur einen Durchmesser von $1^1/_2$ cm. Er trug hier ziemlich schmale Blattnarben, die mit längeren Internodien wechselten. Am oberen Teile waren die noch mit Blattresten bedeckten Blattansatzstellen verhältnismäßig breit, die Internodien dagegen verschwindend kurz. Aus den letzteren sprossen zahlreiche Adventivwurzeln hervor.

An allen Stellen des Stammes war die Epidermis durch Korkbildung abgeworfen. Nur an einem jungen, erst wenig entwickelten Seitentriebe konnte ich sie noch beobachten. Hier besteht sie aus kleinen, vier- oder fünfseitigen, dünnwandigen Zellen, die etwas in der Wachstumsrichtung verlängert sind. Über die Außenwände hin erstreckt sich eine zarte Cuticula.

Aus der auf die Epidermis folgenden Rindengewebsschicht, bisweilen erst aus einer der nächstinneren Schichten haben sich drei bis fünf Zellagen Kork gebildet. Nur die Zellen der äußeren Reihe sind verkorkt. Ihre vorgewölbten Außenwände sind außerdem noch verdickt und verholzt. Auch im unteren Teile des Seitenzweiges war die Verkorkung noch nicht weiter vorgeschritten. Gleiche Korkentwicklung hat an den Blattnarben eingesetzt.

Die Rinde setzt sich aus ziemlich dickwandigen, unregelmäßig prismatischen Zellen zusammen, die auf dem Querschnitt polygonale Begrenzung mit meist abgerundeten Ecken zeigen und kleine drei- oder vierseitige Interzellularen zwischen sich liegen haben. Auf dem Längsschnitt besitzen die Zellen sehr verschiedene Form. In der mittleren Rindenregion sind sie häufig in der Wachstumsrichtung gestreckt, weniger in der äußeren und inneren. In den Zellwänden nimmt man verschiedentlich, vor allem im unteren Teile des Seitenzweiges, kleine Poren wahr. Die peripherisch gelegenen Schichten, deren Zellen vereinzelt durch tangentiale Querwände geteilt sind, erscheinen kollenchymatisch.

Runde bis elliptische Stärkekörner erfüllen in Mengen die Rindenzellen. Als Inhaltskörper sind weiterhin in vielen Calciumoxalate vorhanden, die in der Form von kurzen, dünnen Kristallnadeln zu kleinen Raphidenbündeln vereinigt sind und in der Regel parallel zur Wachstumsrichtung in den Zellen lagern. Nur spärlich kommen etwas größere Raphidenzellen vor, die stärkere Bündel enthalten.

Schizogene, tangential in die Breite gezogene Schleimgänge und -lücken, die an Gestalt und Größe ganz verschieden sind, liegen zu einem Ring um den Zentralzylinder herum angeordnet in der der Endodermis benachbarten Rindenzone. Rundliche und dünnwandige, stärkereiche Zellen fassen sie unregelmäßig ein. In der Tangentialebene zeigen sie sich häufig verzweigt und gitterförmig miteinander verbunden.

Verschiedentlich lassen sich im oberen Teile des Stammes in der Rinde kleine, namentlich an der Peripherie verlaufende Sklerenchymfaserstränge sowie kollaterale Gefäßbündel, deren Holzteil aus nur wenigen Elementen besteht, und die auf Xylem- und Phloemseite von einem schwachen Faserbelage begleitet sind, beobachten. In der Mehrzahl sind sie auf dem Querschnitt schräg durchschnitten. Zahlreicher und in gerader Richtung getroffen finden sie sich auf Schnitten, die durch die längeren unteren Internodien geführt sind. Hier bemerkt man auch Bündel, bei denen der Gefäßteil gänzlich fehlt.

Der Zentralzylinder ist durch eine einschichtige Endodermis, die aus kleinen, oft tangential gestreckten, verkorkten Zellen zusammengesetzt ist, deutlich von der Rinde gesondert. Außerdem weist der größte Teil der Zellen noch C-förmige Verdickung und Verholzung seiner Wände auf. Tüpfel durchbrechen die Verdickungsschicht. Im unteren Teile des Stammes, wo bereits alle Endodermiszellen eine derartige Verdickung erkennen lassen, ist diese Schutzscheide noch dadurch vergrößert, daß die an die Innenseite der Endodermis sich anschließenden kleinzelligen Schichten des Grundgewebes nachträglich verdickt und verholzt sind. Ihre Verdickung ist eine allseitige. Auch sie sind getüpfelt.

Das Grundgewebe des Zentralzylinders ist, vor allem im mittleren Teile, großzelliger als das Rindengewebe. Auf dem Querschnitt zeigen seine ungleichmäßig prismatischen Zellen polygonale, abgerundete Form und drei-, seltener vierseitige kleine Interstitien. Tangential zu den Gefäßbündeln etwas

verlängert sind in der Regel die an sie grenzenden Parenchymzellen Tüpfelartige Wanddurchbrechungen haben eine Menge von Zellen, vorzugsweise im unteren Teile des Stammes.

Reichlich Stärke enthält, abgesehen von den Zellen der Schutzscheide, das gesamte Gewebe. Raphiden führende Zellen kommen in gleicher Zahl wie in der Rinde vor.

Lückenartige Schleimgänge durchziehen nur vereinzelt die mittlere Geweberegion.

Die Gefäßbündel, die an der Peripherie dichter gedrängt liegen, nehmen bis auf die im Innern verteilten Bündel ziemlich regelmäßigen Verlauf. Nach der Mitte hin werden sie größer, während ihr Querschnitt von der runden Form mehr in die elliptische übergeht. Als leitende Elemente des Xylems beobachtet man Ring-, Spiral- und Treppengefäße sowie in gleicher Weise verdickte Tracheiden. Im Verhältnis zum Holzteil ist das Phloem sehr klein. An die Endodermis lehnen sich kleine, runde kollaterale Gefäßbündel an. Ihr Xylem umgibt meist U-förmig den Siebteil. Ein in der Regel geschlossener Sklerenchymfaserring, der sich im unteren Stammteile mit den Elementen der verstärkten Schutzscheide vereinigt, legt sich um sie herum An der Xylemseite ist er gewöhnlich stärker. Die nach innen zu folgenden Bündel sind entweder schon konzentrisch oder noch im Übergangszustande. Weiter nach der Mitte zu finden wir ausschließlich amphivasale Bündel. Alle diese Gefäßbündel sind von einer geschlossenen Faserscheide umgeben, die auf der Innenseite sichelförmig ihre größte Mächtigkeit erreicht. Der Vasalteil, der hier ebenfalls am stärksten entwickelt ist, dringt häufig keilförmig in den Sklerenchymbelag ein. Vielfach durchbricht die Faserscheide an den Flanken, zuweilen auch an anderen Stellen, den Xylemring, schiebt die Gefäßelemente zur Seite und tritt in den Siebteil ein. Auf Schnitten durch den unteren Stammteil ließen sich verschiedentlich Vereinigungen der eingedrungenen Sklerenchymmassen und dadurch

verursachte Spaltungen des Phloems in kleinere Gruppen wahrnehmen. Derartige Bildungen leiten über zu den zentraler gelagerten Gefäßbündelsträngen, deren Entstehung durch Aneinanderlagerung mehrerer kollateraler Bündel mit ihrer Phloemseite noch deutlich erkennbar ist. Im oberen Teile des Stammes besitzen die einzelnen Gefäßbündel, die sich zusammengelegt haben, auf der Phloemseite im allgemeinen keinen Sklerenchymbelag. Verschiedentlich beobachtete ich hier nebeneinander verlaufende Bündel mit einander zugekehrten Siebteilen, deren Vereinigung sich noch nicht oder noch nicht ganz vollzogen hatte. In der Mehrzahl sind vier Bündel miteinander verschmolzen. Das an der Innenseite gelegene ist das größte.

Carludovica latifolia. Ruiz. et Pav.

Zur Untersuchung gelangte der fußhohe, zylindrische Stamm einer kräftig entwickelten älteren Pflanze, dessen Durchmesser 5—6 cm betrug. Dicht gedrängte, herumfassende Blattnarben, an denen vielfach Reste des scheidigen Blattstieles sitzen, bedecken den ganzen Stamm. Die Internodien sind äußerst kurz. Am oberen Teile verschwinden sie fast ganz. Zahlreiche Adventivwurzeln brechen aus ihnen hervor.

Nur an den oberen Internodien befindet sich noch eine Epidermis. Sie besteht aus kleinen vier- oder fünfseitigen Zellen, deren Außenwände stark verdickt und verholzt sind. Darüber hin zieht sich eine dünne Cuticula.

Die unter der Oberhaut liegende Rindenschicht oder eine der nächstinneren ist zur Entstehungsschicht eines schwach entwickelten Korkgewebes geworden. Gewöhnlich sind nicht mehr als drei bis sechs Zellagen gebildet, von denen eine oder zwei Lagen verkorkt sind. An die Außenwände der äußersten Zellreihe hat sich eine starke, wulstige Verdickungsschicht angelagert, die verholzt ist. Auch an den Blattnarben

ist Kork entstanden. Jedoch ist hier nur selten eine einigermaßen regelmäßige Korkentwicklung wie an den Internodien zu bemerken.

Unregelmäßig prismatische Zellen, die auf ihrem Querschnitt polygonale, oft rundliche Gestalt besitzen und drei- oder viereckige Interzellularen zwischen sich haben, bilden die Rinde. In der mittleren Region derselben sind sie meist in der Wachstumsrichtung verlängert.

Rundliche Stärkekörner finden sich in großen Mengen, etwas weniger in den äußersten Schichten. Gerbstoff, als roter Inhalt erkennbar, erfüllt zahlreiche Zellen der Rinde, namentlich an der Peripherie, sowie einen großen Teil der Korkzellen. Als Inhaltskörper kommen außerdem noch Calciumoxalate in der Form von mäßig langen, aus dünnen Kristallnadeln zusammengesetzten Raphidenbündeln vor. Sie lagern in vielen Zellen, die sich häufig durch besondere Größe auszeichnen und vorwiegend in der Nähe der Oberfläche liegen.

Lückenartige schizogene Schleimgänge, die stark tangential in die Breite gedehnt sind, umgeben zu einem Ringe angeordnet die Endodermis, von der sie durch mehrere Zellschichten getrennt sind. Auf einem Tangentialschnitt lassen sich Verzweigungen und Anastomosen dieser Schleimlücken wahrnehmen. Ihre Form und ihre Begrenzung durch rundliche und dünnwandige Zellen, die sich zum Teil losgerissen haben und in dem Schleime lagern, ist sehr unregelmäßig.

Mehrere Lagen von Zellen, die im Gegensatze zu den benachbarten Zellen des Grundgewebes meist tangential gestreckt sind und wenige, kleine Stärkekörner enthalten, schließen die Gefäßbündelregion von der Rinde ab. Die äußerste dieser Schichten ist zu einer verkorkten Endodermis geworden, die mitunter Durchlässe unverkorkter Zellen zeigt. Nur im untersten Teile des Stammes konnte ich ganz ver-

einzelt schwache C-förmige Verdickung, Verholzung und Tüpfelung einiger Endodermiszellen bemerken.

Das Grundgewebe des Zentralzylinders besteht aus ungleichmäßig prismatischen Zellen, die polygonalen, zum Teil fast rundlichen Querschnitt aufweisen und kleine meist dreiseitige Interstitien miteinander bilden. Kleinlumigere, bisweilen tangential verlängerte Zellen umgeben die Gefäßbündel.

Alle diese Zellen führen Stärke in beträchtlichen Mengen. Gerbstoffzellen sind allenthalben im Gewebe verbreitet. Raphidenbündel finden sich im Zentralzylinder weniger als in der Rinde.

Schleimgänge ließen sich nur im unteren Teile des Stammes in spärlicher Zahl in der Mitte der Gefäßbündelregion beobachten.

Im Zentralzylinder liegen regellos verteilt, am Außenrande dichter beisammen, zahlreiche Gefäßbündel. Ihre Größe nimmt von außen nach innen zu, während ihr Querschnitt mehr elliptisch wird Der Bau der Bündel ist kollateral oder konzentrisch mit häufigen Übergängen zwischen beiden Formen. Tracheiden und Gefäße zeigen schrauben- oder ringförmige Verdickungen und treppen- oder tüpfelartige Wanddurchbrechungen. An der Peripherie verlaufen kollaterale Gefäßbündel, die mehr oder minder deutliche Annäherung an den konzentrischen Bau aufweisen. Ein schwacher, sichelförmiger Faserbelag begleitet das Xylem, während an der Phloemseite keine Sklerenchymfasern ausgebildet sind. Nach der Mitte zu folgen völlig konzentrische Bündel, bei denen die Hauptmasse der Xylemelemente auf der Innenseite liegt. Sie sind von einer schwachen Faserscheide umfaßt, die innen in der Form einer schmalen Sichel am stärksten ist. An den Flanken wie an der Außenseite ist sie häufig nur einschichtig. Die Sklerenchymfasern der Innenseite sind am stärksten verdickt. Vielfach durchdringen die Elemente der Faserscheide, vorwiegend an den Flanken, den Xylemring und treten in das

Phloem ein Weiter nach der Mitte des Zentralzylinders hin trifft man eine große Zahl von Gefäßbündelsträngen, aus deren Form und der Anordnung ihrer Elemente man mit ziemlicher Sicherheit schließen kann, daß sie aus mehreren Bündeln zusammengesetzt sind. Der Xylemring ist durch die in ihn eingreifende Sklerenchymfaserscheide derartig eingeschnürt, daß seine Elemente in Gruppen, gewöhnlich zwei bis vier, um das zentrale Phloem herumlagern, von denen die innere die größte ist und den stärksten Sklerenchymbelag besitzt. Oft steht das Phloem an den Einschnürungsstellen mit dem Grundgewebe in Verbindung. Diese Gefäßbündelstränge scheinen demnach durch Aneinanderlagerung von kollateralen Bündeln mit der sklerenchymfaserlosen Phloemseite entstanden zu sein. Bestätigt wird diese Vermutung dadurch, daß im mittleren Teile des Zentralzylinders verschiedentlich Gruppen aus mehreren nebeneinander verlaufenden kollateralen Gefäßbündeln vorkommen, die einander ihren sklerenchymfaserfreien Siebteil zuwenden.

Carludovica plicata. Klotzsch.

Untersucht wurde ein 5 cm langer und 1½ cm dicker Seitentrieb eines älteren fußhohen und armdicken Stammes. Ziemlich kurze Internodien, aus denen zahlreiche Adventivwurzeln hervorsprießen, wechseln mit etwas breiteren Blattnarben, die noch vielfach von Blattresten bedeckt sind.

Eine einschichtige, kleinzellige Epidermis begrenzt das Rindengewebe. Auf dem Querschnitt besitzen ihre Zellen vier- oder fünfseitige Gestalt und sind senkrecht zur Oberfläche ein wenig verlängert. Ihre Außenwände sind ziemlich stark verdickt und schwach vorgewölbt. Über die Oberhautzellen legt sich eine dünne Cuticula, die kleine, höckerartige Erhebungen zeigt. Betrachten wir sie auf der Flächenansicht, so erweisen sich diese Unebenheiten als leistenartige, in der

Längsrichtung des Stammes parallel verlaufende Streifen. Eine große Anzahl der Epidermiszellen, vor allem im unteren Teile des Seitenzweiges, hat nachträgliche Verdickung und Verholzung der Wände erfahren. Die Verdickungsschichten sind netzförmig oder von Tüpfeln durchbrochen.

Aus der äußersten Rindenlage ist Kork entstanden. Zwei bis vier Schichten von Zellen haben sich aus dem Phellogen entwickelt. Nur die Zellen der äußersten Reihe sind verkorkt. Ihre Außenwände sind stark wulstig verdickt und verholzt. Gleiche Korkbildung und Verdickung der Außenwände tritt auch an den Blattansatzstellen auf, nur unregelmäßiger und häufig Störungen unterworfen.

Prismatische Zellen, die auf dem Querschnitt polygonal, meist fast rund oder elliptisch erscheinen und verhältnismäßig große, in der Hauptsache dreieckige Interzellularen miteinander bilden, setzen das Rindengewebe zusammen. Mit Ausnahme der äußersten leicht kollenchymatischen Schichten, deren Zellen mitunter Teilung durch tangentiale Querwände zeigen, und der inneren an die Endodermis grenzenden Geweberegion sind die Zellen stark in der Wachstumsrichtung gestreckt. Im unteren Teile des Seitenzweiges sind die Rindenzellen dickwandiger und oft mit rundlichen Poren versehen.

Alle Zellen sind mit runden bis ovalen Stärkekörnern reichlich gefüllt. Gerbstoff führende Zellen sind allenthalben im Rindengewebe eingesprengt. In mäßiger Zahl finden sich Zellen, die aus kleinen, nicht sehr starken Kristallnadeln zusammengesetzte und in der Achsenrichtung gelagerte Raphidenbündel einschließen. Große Raphidenzellen kommen nur vereinzelt vor.

Ein Kranz von schizogenen, tangential verbreiterten Schleimgängen umgibt nahe der Endodermis den Zentralzylinder. Sie haben unregelmäßige, lückenartige Gestalt und sind von rundlichen, dünnwandigen und stärkereichen Zellen begrenzt, die unregelmäßig um den Interzellularraum herumlagern.

Kleine Sklerenchymfaserstränge sowie Gefäßbündel, deren Xylem häufig auf wenige Elemente reduziert ist, lassen sich in der Rinde beobachten, erstere namentlich an der Peripherie. Ein schwacher Sklerenchymbelag bedeckt in der Regel die Gefäßbündel auf Phloem- und Xylemseite. Bündel, die eben den Zentralzylinder verlassen haben, sind oft von einer geschlossenen Scheide aus verkorkten und U-förmig verdickten und getüpfelten parenchymatischen Zellen umfaßt.

Die Endodermis besteht aus kleinen tangential oder mitunter achsial etwas verlängerten Zellen. Sie sind durchweg verkorkt. Während sie im oberen Teile des Zweiges fast nur Verkorkung zeigen, ist in allen übrigen Teilen starke C-förmige Verdickung und Verholzung sowie Tüpfelung der Verdickungsschicht hinzugekommen. Auch sind hier die innen an die Endodermis sich anlagernden Schichten des Grundgewebes gleichmäßig verdickt, verholzt und von zahlreichen Tüpfeln durchsetzt.

Unregelmäßig prismatische Zellen, die nach der Mitte hin weitlumiger werden, mit polygonalem, oft rundlichem Querschnitt und drei-, seltener vierseitigen Interstitien bilden das Gewebe des Zentralzylinders. Zwischen den peripherisch gelegenen Gefäßbündeln sind sie radial gestreckt. Die an die einzelnen Bündel grenzenden Zellen sind meist kleiner und tangential zu ihnen etwas verlängert.

Reichlich Stärke enthält bis auf die Schutzscheide das gesamte Gewebe. Gerbstoff findet sich in gleichen Mengen wie in der Rinde in zahlreichen Zellen. Raphidenzellen mit in allen Richtungen eingelagerten Bündeln kommen in mäßiger Zahl vor.

In der Mitte des Zentralzylinders trifft man vereinzelt unregelmäßig gestaltete Schleimgänge und -lücken an.

Die Gefäßbündel, die ohne irgendwelche Ordnung im Gewebe verstreut liegen und nur am Außenrande dichter zusammengedrängt sind, zeigen kollateralen oder konzentrischen

Bau. Ihr Xylem setzt sich aus ziemlich englumigen Spiral-, Ring-, Leiter-, Treppen- und Tüpfelgefäßen sowie in gleicher Weise verdickten Tracheiden zusammen. In der Anordnung ihrer Elemente und in ihrer Gestaltung lassen die Gefäßbündel große Verschiedenheit erkennen. Auf dem Querschnitt haben sie runde oder elliptische Form. Die peripherisch gelegenen Bündel sind verhältnismäßig klein, besitzen meist noch kollateralen Bau und lehnen sich zum Teil an die Elemente der Schutzscheide an. In der Regel umschließt der Vasalteil hufeisenförmig das sehr kleine Phloem. Nach innen zu folgen größere konzentrische Gefäßbündel, zwischen denen noch kleinere kollaterale verlaufen. Auch das Phloem dieser amphivasalen Bündel ist ziemlich klein. Der Hauptteil des Xylems lagert auf der Innenseite. Alle diese Gefäßbündel sind von einer geschlossenen Faserscheide eingefaßt, die auf der inneren Seite sichelförmig ihre größte Mächtigkeit erreicht. Bei den konzentrischen Bündeln kann die Fasersichel sehr stark sein. In diesem Falle greift der Holzteil bisweilen keilförmig in den Sklerenchymbelag ein. An den Flanken und an der Außenseite ist die Faserscheide ziemlich schwach. Auch sind die Sklerenchymfasern hier vielfach weitlumiger und nicht so dickwandig wie auf der Innenseite. Verschiedentlich lassen sich konzentrische Gefäßbündel erkennen, deren Faserscheide das Xylem, vorwiegend an den Flanken, durchbrochen hat und in den Siebteil eingedrungen ist. Im inneren Teile des Zentralzylinders ist ein regelloses Durcheinander von kleineren und größeren meist kollateralen Gefäßbündeln sowie Gruppen von Bündeln, die sich bereits zu einem gemeinsamen Strange vereinigt haben oder im Begriffe sind, es zu tun. Oft nur wenige Elemente bilden die kleinen kollateralen Bündel. Die Gefäßbündelgruppen setzen sich in der Hauptsache aus zwei bis vier kollateralen Bündeln zusammen, die sich mit dem Sklerenchymbelage ihres Siebteiles aneinander gelegt haben

Carludovica subacaulis. Kunth.

Die Untersuchungen wurden ausgeführt an einem kurzen 8 cm langen Seitenzweige eines älteren fußhohen und armdicken Stammes, aus dessen Internodien eine Menge von Adventivwurzeln hervorsprossen. An der Spitze zeigte der Seitentrieb einen Durchmesser von $1^1/_2$ cm, am unteren Teile, wo er sich etwas verjüngte, von 1 cm. Breite Blattnarben, die mit kurzen Internodien alternieren, bedecken den oberen Teil des Seitenzweiges, während am unteren die Internodien etwas länger gestreckt sind.

Kleine Zellen, die auf dem Querschnitt vier-, seltener fünfseitige Gestalt besitzen und oft in radialer Richtung verlängert sind, bilden die Epidermis. Auf einem Flächenschnitt sind sie mitunter in Längsreihen angeordnet, wobei die übereinanderstehenden Zellen vielfach mit schrägen Wänden aneinander stoßen. Ihre Außenwände sind stark verdickt und verholzt. Darüber erstreckt sich eine Cuticula, die zahlreiche höckerige Erhebungen zeigt. Von oben gesehen erweisen sich diese Unebenheiten als leistenartig verdickte Streifen, die parallel in der Wachstumsrichtung die Cuticula durchziehen. Eine große Zahl der Oberhautzellen ist mit einer körnigen Substanz gefüllt, die sich in vielen Zellen ungleichmäßig an die Innenseite der Wände angelagert hat, sodaß buckelartige Erhöhungen entstanden sind. Scheinbar handelt es sich hier um Übergangsstadien zu sklerotischer Verdickung, wie wir sie schon bei Carludovica funifera beobachten konnten.

Aus der an die Epidermis angrenzenden Rindenschicht hat sich Kork entwickelt. Von den wenigen, meist nur zwei bis drei Zellagen sind die äußerste oder die beiden äußersten verkorkt. Die den Oberhautzellen anliegenden, schwach vorgewölbten Außenwände der Korkzellen sind stark wulstig verdickt und verholzt. An den Blattnarben setzt sich dieser Korkring, jedoch sehr unregelmäßig ausgebildet und angeordnet, fort.

Prismatische Zellen mit polygonalem, häufig nahezu rundem oder elliptischem Querschnitt und meist dreiseitigen Interstitien setzen das Rindengewebe zusammen. Die Zellen der äußeren Schichten sind etwas kollenchymatisch verdickt und nur selten achsial gestreckt. Nach innen zu folgen Schichten, die aus dickwandigen Zellen bestehen, welche in der Wachstumsrichtung verlängert und von kleinen rundlichen Poren durchbrochen sind. Auf dem Längsschnitt grenzen die übereinander liegenden Zellen oft mit sehr schrägen Querwänden aneinander, sodaß sie fast prosenchymatisch erscheinen. Die an die Endodermis sich anschließende Rindenregion, in der die Schleimgänge lagern, zeigt wieder dünnwandigere, wenig getüpfelte Zellen, die nur selten in der Achsenrichtung gestreckt sind.

Bis auf die äußersten Zellschichten enthält die Rinde reichlich runde bis ovale Stärkekörner. Gerbstoff führen zahlreiche Zellen, die sich besonders häufig am Außenrande finden. Raphidenzellen mit aus mäßig großen Kristallnadeln zusammengesetzten Bündeln sind allenthalben in der Rinde verbreitet. Größere Zellen lassen sich nur wenige beobachten.

In der inneren Rindengewebszone lagern weite, tangential in die Breite gezogene schizogene Schleimgänge und -lücken, die zu einem Ring um die Epidermis herum gruppiert sind. Rundliche, dünnwandige Zellen begrenzen unregelmäßig die Gänge.

Kleine Sklerenchymfaserstränge liegen besonders im peripherischen Teile der Rinde. Auf Querschnitten, die durch den oberen, kurze Internodien aufweisenden Teil des Seitenzweiges geführt wurden, waren sie in weit geringerer Zahl wahrzunehmen und meist schief getroffen. Ebenso verhält es sich mit den vielfach vorkommenden, fast immer stark reduzierten kollateralen Gefäßbündeln. An der Phloem- wie Xylemseite sind letztere mitunter von Sklerenchymfasern begleitet. Die nahe der Endodermis verlaufenden Bündel sind

zuweilen von einer einschichtigen Scheide aus verkorkten und U-förmig verdickten und verholzten Parenchymzellen umgeben, deren verdickte Wände getüpfelt sind.

Eine einschichtige, verkorkte Endodermis sondert den Zentralzylinder scharf von der Rinde. Ihre kleinen Zellen sind achsial, seltener tangential etwas verlängert und C-förmig verdickt. Die Verdickungsschichten sind verholzt und von rundlichen Poren durchsetzt. Dadurch, daß auch die kleinzelligen, an der Innenseite sich anschließenden Schichten des Grundgewebes ebenfalls verdickt und verholzt sind, wird die Endodermis noch verstärkt. Elliptische Tüpfel durchsetzen die bei letzteren Zellen allseitig verdickten Wände. Im oberen Teil des Zweiges ließen die hier meist tangential gestreckten Zellen der Endodermis nur Verkorkung erkennen. Auch waren die daran anstoßenden Zellen des Grundgewebes nicht verdickt.

Das Gewebe des Zentralzylinders besteht aus unregelmäßig prismatischen Zellen, die auf dem Querschnitt polygonale oder rundliche Begrenzung und drei-, seltener vierseitige Interzellularen zeigen. Vereinzelt sind sie in der Wachstumsrichtung gestreckt. An die Gefäßbündel grenzen kleinlumigere, tangential verlängerte Zellen. Einige Zellen sind mit kleinen Poren versehen.

Alle Zellen sind vollgepfropft mit Stärkekörnern. Gerbstoffzellen sind im Zentralzylinder versprengt weit weniger als in der Rinde zu finden. Raphiden führende Zellen sind in ziemlicher Menge im Gewebe verstreut. Häufig begleiten sie die Gefäßbündelstränge an ihrem Außenrande.

Schleim enthaltende Lücken und Gänge durchziehen nur wenige den mittleren Teil des Zentralzylinders. Jedoch lassen sie sich nicht an allen Stellen des Stammes wahrnehmen.

Die Gefäßbündel, die mannigfachen Bau zeigen, sind regellos im Grundgewebe verteilt. An der Peripherie liegen sie dichter aneinander. Sie sind kollateral oder konzentrisch. Gleiche Elemente wie bei Carludovica plicata setzen das

Xylem zusammen, dem größere Tracheen und Tracheiden völlig fehlen. Ihr Querschnitt ist elliptisch, seltener rund. Nach der Mitte hin werden sie allmählich größer. Im äußeren Teil des Zentralzylinders verlaufen kleine kollaterale Bündel, die sich zum Teil an die Schutzscheide, soweit sie vorhanden ist, anlehnen. Das sehr kleine Phloem ist gewöhnlich in das Xylem eingesenkt. Weiter nach innen zu folgen amphivasale Gefäßbündel, deren Siebteil gleichfalls ziemlich klein ist. Bei der Mehrzahl dieser Bündel lagert die Hauptmasse des Vasalteiles auf der Innenseite und greift meist keilförmig in den hier vorhandenen Sklerenchymfaserbelag ein. Alle Bündel sind von einer geschlossenen Sklerenchymfaserscheide umfaßt, die auf der Innenseite sichelförmig eine mäßige Stärke erreicht, sonst aber sehr schwach ausgebildet ist. Gegenüber den sehr dickwandigen und englumigen Elementen der inneren Fasersichel sind die übrigen Fasern der Scheide weniger verdickt und weitlumiger. Verschiedentlich lassen sich konzentrische Gefäßbündel beobachten, bei denen der Sklerenchymfaserring das Xylem durchbrochen hat und bis in das Phloem hineinreicht. Im Innern des Zentralzylinders finden sich vereinzelt Gefäßbündelstränge, deren Entstehung durch Aneinanderlagerung mehrerer, jedoch nicht mehr als vier Bündel deutlich erkennbar ist. Sie sind durch Vereinigung kollateraler Bündel mit ihrer sklerenchymfaserfreien Phloemseite zustande gekommen. Mitunter trifft man Gefäßbündelgruppen an, deren Zusammenschluß sich noch nicht oder noch nicht vollständig vollzogen hat. Zwischen allen diesen großen Gefäßbündelsträngen sind sehr kleine, stark reduzierte kollaterale Gefäßbündel verstreut, die nur ein verschwindend kleines Phloem, oft überhaupt keins mehr besitzen.

2. Carludovicae simplicinerviae.

Carludovica atrovirens. Wendl.

Alle zur Untergruppe der Simplicinerviae zählenden Carludoviceen zeichnen sich, soweit es sich um die von mir untersuchten Arten des Göttinger Botanischen Gartens handelt, durch einen oberirdischen krautigen Stamm aus, der im Gegensatz zu dem Stamm der Triplinerviae immer ziemlich langgestreckte Internodien besitzt.

Von Carludovica atrovirens wurde ein oberes 15 cm langes Stück eines älteren Stammes von $^1/_4$ m Höhe und 4—5 cm Durchmesser untersucht. Der aufrecht wachsende, zylindrische Stamm zeigt lange Internodien, zwischen denen verhältnismäßig breite, herumfassende Blattansatzstellen liegen.

Eine kleinzellige Epidermis, die aus auf dem Querschnitt vier- oder fünfseitigen, verschieden großen Zellen besteht, umschließt die Rinde. Die Außenwände dieser Zellen sind leicht gewölbt und wenig verdickt. An den Ecken sind die Oberhautzellen schwach kollenchymatisch verdickt. Auf dem Flächenschnitt haben sie meist sehr unregelmäßig polygonale Form, sind jedoch zum Teil in Längsreihen angeordnet. Über die Oberhautzellen dehnt sich eine dünne Cuticula.

Aus der an die Epidermis anstoßenden Rindenschicht oder einer etwas tiefer lagernden hat sich Kork entwickelt. Von dem Phellogen sind drei bis vier Zellagen nach außen hin abgeschieden worden. Eine oder zwei dieser Schichten sind verkorkt.

Prismatische Zellen, die auf dem Querschnitt polygonal, oft nahezu rund erscheinen und dreieckige oder polygonale Interzellularen zwischen sich frei lassen, bilden das Rindengewebe. Mit Ausnahme der äußeren dünnwandigen Zellschichten, die schwach kollenchymatisch sind, lassen alle Zellen auf dem Längsschnitt mehr oder minder starke achsiale Streckung erkennen.

Die äußeren Zellagen führen Chlorophyll. Alle Zellen

sind gefüllt mit großen, elliptischen bis runden Stärkekörnern. Gerbstoff als rotbrauner Inhalt findet sich in zahlreichen am Außenrande der Rinde verteilten Zellen. Als weitere Inhaltskörper sind Calciumoxalate zu nennen, die in vielen Zellen, namentlich in beträchtlicher Menge im äußeren Teile des Gewebes als kleine Raphidenbündel vorkommen. Daneben lassen sich verschiedentlich bedeutend größere Raphidenbündel beobachten, die aus fast dreimal so langen, stärkeren Kristallnadeln bestehen. Sie sind in entsprechend längeren, schlauchförmig in der Wachstumsrichtung gestreckten Zellen eingeschlossen.

Regellos in der Rinde verstreute schizogene Schleimgänge durchziehen diese in verschiedener Richtung, hauptsächlich in achsialer. Häufig verzweigen sie sich oder anastomosieren miteinander. Ihr Querschnitt ist fast rund und erreicht kaum die Größe eines kleinen Gefäßbündels. Dünnwandige, rundliche Zellen, die sehr stärkereich sind, umgrenzen die Gänge.

Kleine, aus weitlumigen Elementen zusammengesetzte Sklerenchymfaserstränge treten im äußeren Teile der Rinde in mäßiger Zahl auf. Auch einige kollaterale, meist etwas reduzierte Gefäßbündel, die wie die Faserstränge in schräger Richtung verlaufen, liegen im Rindengewebe.

Eine einschichtige, kleinzellige Endodermis, deren Zellen sehr verschiedene Form, doch fast immer achsiale Streckung aufweisen und durchweg verkorkt sind, schließt den Zentralzylinder gegen die Rinde ab.

Das Grundgewebe der Gefäßbündelregion besteht aus auf dem Querschnitt polygonalen, oft fast rundlichen prismatischen Zellen, die dreiseitige oder polygonale Interstitien zwischen sich frei lassen. In der Mehrzahl sind sie ein wenig in der Wachstumsrichtung gestreckt. Nach der Mitte zu wird das Volumen der Zellen größer. Kleinere, tangential verlängerte Zellen umgeben die Gefäßbündel. Zwischen den an der Peripherie dichter zusammengedrängten Bündeln sind die Zellen in der Richtung des Radius gestreckt.

Abgesehen von den an die Endodermis sich anschließenden Zellschichten, die nur wenige, kleine, runde Stärkekörner als Inhalt führen, sind alle Zellen mit großkörniger Stärke völlig gefüllt. Größere und kleinere Raphidenzellen finden sich, ebenso gestaltet wie in der Rinde, in mäßiger Zahl im Zentralzylinder verstreut.

Schleimgänge treten nicht so zahlreich wie im Rindengewebe auf. Ihr Vorkommen beschränkt sich auf die mittlere Geweberegion.

Kollaterale und konzentrische Gefäßbündel sind unregelmäßig im Zentralzylinder verteilt. Die leitenden Elemente des Xylems sind ziemlich weitlumig und ring-, spiral- oder treppenförmig verdickt, mitunter auch nur getüpfelt. Im äußeren Teile weisen die hier kleinen und rundlichen Gefäßbündel kollateralen Bau auf. Häufig legt sich ihr Holzteil U-förmig um den Siebteil herum. Eine schwache Sklerenchymfasersichel aus ziemlich weitlumigen Fasern bedeckt das Xylem. Weiter nach innen zu werden die Gefäßbündel allmählich größer und haben einen mehr elliptischen Querschnitt. Ihr Bau ist amphivasal. Ein in der Regel geschlossener Sklerenchymfaserring, der auf der Innenseite sichelförmig am stärksten entwickelt ist, umfaßt die Bündel. An den Flanken und an der Außenseite ist er nur wenigschichtig. Die Elemente der inneren Fasersichel werden nach ihrer Peripherie zu weitlumiger. Bei einigen der konzentrischen Gefäßbündel hat die Sklerenchymfaserscheide verschiedentlich den Xylemring, vorzugsweise an den Flanken, durchbrochen und steht mit dem Phloem in Verbindung. In der inneren Region des Zentralzylinders lassen sich Gefäßbündelstränge beobachten, die aus mehreren Bündeln entstanden zu sein scheinen. Das Xylem ist nicht gleichmäßig um den Siebteil herumgelagert. Es wölbt sich vielmehr in meist vier Gruppen in das Grundgewebe vor. An den zwischen diesen Gruppen gebildeten Einschnürungsstellen greift entweder der sichelförmige Skleren-

chymfaserbelag, der die einzelnen Gruppen begleitet, bis zum Phloem ein oder letzteres steht hier durch eine Lücke mit dem Grundgewebe in Verbindung. Die Innengruppe und dementsprechend auch ihre Faserscheide ist am stärksten entwickelt. Im mittleren Teile des Phloems findet sich mitunter eine kleine Sklerenchymfasergruppe. Bei diesen Gefäßbündelsträngen handelt es sich scheinbar um eine Vereinigung mehrerer kollateraler Bündel, die sich mit ihren Siebteilen aneinander gelegt haben.

Carludovica lancifolia. hort. Paris.

Zur Untersuchung stand mir die obere Hälfte eines älteren krautigen Stammes, der eine Höhe von 25 cm und einen Durchmesser von 3—4 cm hatte, zur Verfügung. Breite, zum Teil ein wenig schmälere, herumgreifende Blattnarben liegen zwischen den mäßig langgestreckten Internodien des gekrümmten Stammes, von dem vereinzelt Adventivwurzeln herabhängen.

Kleine, vier- oder fünfseitige Zellen, die an Gestalt und Größe sehr verschieden sind, bilden die einschichtige Epidermis. An den aneinander stoßenden Ecken sind sie leicht kollenchymatisch verdickt. Von oben gesehen zeigen sie unregelmäßig polygonale Form. Über die wenig verdickten Außenwände der Zellen zieht sich eine dünne Cuticula hin.

Aus der unter der Epidermis gelagerten Zellschicht hat sich Kork entwickelt und zwar sind aus der Initialschicht zwei bis drei dünnwandige Zellagen entstanden, von denen nur die äußerste Verkorkung zeigt. Ihre Außenwände sind mitunter schwach verdickt und verholzt.

Die Rinde setzt sich aus unregelmäßig prismatischen Zellen zusammen, die polygonale oder fast rundliche Begrenzung aufweisen. Mit Ausnahme der Zellen der äußeren Rindenregion, die etwas kollenchymatisch und selten in der Wachstumsrichtung verlängert sind, haben die Rindenzellen

zwischen sich ziemlich große dreieckige oder polygonale Interzellularen und sind in der Regel achsial gestreckt.

Große Stärkekörner von rundlicher bis elliptischer Form führen alle Zellen in beträchtlicher Menge. In den äußersten Zellschichten sind kleine Chlorophyllkörner enthalten. Raphidenzellen sind reichlich in der Rinde verbreitet. Oft lagern Bündel aus besonders langen und starken Raphiden in weitlumigen, in der Achsenrichtung gestreckten Zellen, die drei- bis viermal so lang wie breit sind. Beim Liegen in Alkohol haben sich im Rindengewebe zahlreiche Sphärokristalle ausgeschieden, vorwiegend am Außenrande, auch in den Oberhautzellen sowie an den Wänden der Schleimgänge. Sie sind entweder ohne Struktur und völlig gestaltlos oder besitzen die typische Form der Sphärokristalle. Von der Seite betrachtet zeigen diese halbkreis- oder keilförmige Gestalt und strahlige Struktur. Mit ihrer Basis sitzen sie an den Wänden an. Von oben gesehen erscheinen sie stachelkugelartig oder rundlich mit radialen Spalten. Die chemische Zusammensetzung der Sphärite ließ sich nicht einwandfrei feststellen. Sie sind unlöslich in kaltem und in kochendem Wasser, lösen sich dagegen in 10%iger Salzsäure sofort, in 10%iger Kalilauge nach einigen Stunden sowie in 5%iger Essigsäure in etwa 24 Stunden. Durch Schwefelsäure werden sie weit schneller als die aus Calciumoxalat bestehenden Raphidenbündel in Gipskristalle verwandelt. Es ist demnach eine Calciumverbindung. Vielleicht handelt es sich um Calciumphosphat. Jedoch führte die für Phosphorsäure typische mikrochemische Reaktion, nämlich das Einwirken von Magnesiumammoniumchlorid auf die schwach salzsaure Lösung der Sphärite zu keinem Ergebnis.

Schizogene Schleimgänge, die sich mitunter verzweigen, durchziehen ohne irgendwelche einheitliche Anordnung das Rindengewebe in verschiedener Richtung. Ihr Querschnitt ist rundlich und von der Größe eines kleineren Gefäßbündels.

Dünnwandige, papillenartig in den Gang vorgewölbte Zellen, die reich an Stärke sind, begrenzen den Interzellularraum.

Ganz vereinzelt lassen sich in der Rinde schräg verlaufende Sklerenchymfaserbündel sowie kleine meist etwas reduzierte Gefäßbündel beobachten.

Die einschichtige, geschlossene Endodermis setzt sich aus kleinen, sehr verschieden gestalteten Zellen zusammen, die zum Teil achsial, zum Teil tangential etwas verlängert sind. Sie zeigen sämtlich Verkorkung ihrer Wände.

Unregelmäßig prismatische Zellen, die auf dem Querschnitt polygonale Form mit oft abgerundeten Ecken haben und ziemlich große dreiseitige oder polygonale Interstitien zwischen sich erkennen lassen, bilden das Grundgewebe des Zentralzylinders. An die Gefäßbündel lagern sich kleinere Zellen an, die meist tangential gestreckt sind. Zwischen den an der Peripherie zahlreicher und gehäufter liegenden Bündeln sind die Zellen in der Richtung des Radius verlängert.

Alle diese Zellen sind mit Stärke gefüllt. Raphidenzellen, zum Teil von besonderer Größe, finden sich ebenso reichlich wie in der Rinde.

Das Vorkommen von Schleimgängen, die in mäßiger Zahl in verschiedenen Richtungen das Grundgewebe durchziehen, beschränkt sich in der Hauptsache auf die mittlere Region des Zentralzylinders.

Kollaterale und konzentrische Gefäßbündel sind regellos im Gewebe verstreut. Gefäße und Tracheiden des Xylems sind von derselben Art wie bei Carludovica atrovirens. Zuäußerst liegen noch kleine kollaterale Bündel mit rundlichem Querschnitt. Häufig umfaßt ihr Xylem hufeisenförmig den Siebteil. Ein kleiner, sichelförmiger Sklerenchymfaserbelag aus ziemlich weitlumigen und wenig verdickten Fasern begleitet den Holzteil. Nach innen zu folgen amphivasale Bündel, die allmählich größer werden und elliptische Form besitzen. Der Hauptteil des Xylems lagert bei ihnen auf der

inneren Seite und dringt hier keilförmig in die das Bündel umgebende Faserscheide ein. Letztere erreicht auf der Innenseite ihre größte Mächtigkeit, ist aber im übrigen sehr schwach entwickelt. Am Außenrande der Scheide sind die Fasern weitlumiger und weniger verdickt. Mitunter durchbrechen die sklerenchymatischen Elemente, vorwiegend an den beiden Flanken, den Xylemring und treten bis an das Phloem heran. Bei vielen Bündeln sind Faserscheide und Xylem an diesen Stellen völlig unterbrochen, sodaß der Siebteil durch Lücken mit dem Grundgewebe in Verbindung steht. Der Gefäßteil liegt infolgedessen in zwei Gruppen, von denen die innere die größte ist, auf der Außen- und Innenseite des Phloems. In der mittleren Region des Zentralzylinders sind oft Spaltungen in noch mehr, meist vier Gruppen, zu bemerken. Innen- und Außengruppe sind am größten, die seitlich gelagerten kleiner. An der inneren ist der Sklerenchymfaserbelag am stärksten ausgebildet. Auch hier finden sich vielfach zwischen den einzelnen Gruppen anstatt der Lücken Durchbrechungen durch die Sklerenchymfaserscheide. Alle diese Gefäßbündelstränge sind wahrscheinlich durch Verschmelzung mehrerer kollateraler Bündel mit ihrem Phloem gebildet worden. Jedoch ist hier eine derartige Entstehung nicht so augenscheinlich wie bei der Mehrzahl der zuvor besprochenen Carludoviceen.

Carludovica macropoda. Klotzsch.

Die Untersuchungen wurden an einem älteren krautigen Stamme ausgeführt, der eine Länge von 30 cm und einen Durchmesser von 3—5 cm hatte. Er besitzt ziemlich große Internodien, zwischen denen etwas kürzere oder ebenso lange Blattansatzstellen liegen. Nur wenige Adventivwurzeln entsprießen dem unteren Teile des Stammes.

Eine einschichtige, kleinzellige Epidermis umfaßt das

Rindengewebe. Auf dem Querschnitt haben ihre Zellen vierseitige, nahezu rechteckige, nur selten fünfseitige Gestalt. Von der Fläche betrachtet, erscheinen sie in der Regel ziemlich stark in der Wachstumsrichtung gestreckt und zum Teil in Längsreihen angeordnet, die vielfach durch schräge Querwände gestört werden. An den Ecken sind die Zellen etwas kollenchymatisch verdickt. Auch die Außenwände, über die sich eine dünne, glatte Cuticula legt, sind ein wenig verdickt.

Kork hat sich aus der sich an die Epidermis anschließenden Rindenschicht entwickelt. Die Phellogenzellen haben nach außen hin zwei bis drei Teilzellen abgegeben, von denen die äußersten verkorkt sind. Ihre vorgewölbten Außenwände sind verdickt und schwach verholzt.

Unregelmäßig prismatische Zellen mit polygonalem, oft fast rundem bis elliptischem Querschnitt und mäßig großen, dreiseitigen oder polygonalen Interstitien bilden die Rinde. An der Peripherie ist das Zellgewebe leicht kollenchymatisch. Viele dieser Zellen zeigen nachträgliche Teilung durch tangentiale Querwände. Nur selten sind sie achsial gestreckt. Im Gegensatz hierzu sind alle übrigen Zellen des Rindengewebes ziemlich stark in der Wachstumsrichtung verlängert.

Sehr verschieden geformte Stärkekörner finden sich in allen Zellen in beträchtlichen Mengen. Die äußeren Zellagen sind chlorophyllhaltig. Gerbstoff führende Zellen lassen sich nur ganz vereinzelt am Außenrande der Rinde wahrnehmen. Calciumoxalat in der Form von kleinen Raphidenbündeln kommt als Inhaltsstoff zahlreicher, vor allem im äußeren Teile liegender Zellen vor. Daneben beobachtet man längere Raphidenbündel, die aus stärkeren Kristallnadeln bestehen, in besonders großen, in der Wachstumsrichtung gelagerten Zellen, die doppelt bis dreimal so lang sind als die übrigen Rindenzellen. Sphärite von derselben Art und Form, wie die bei Carludovica lancifolia erwähnten, haben sich beim Liegen

in Alkohol in einigen peripherisch gelegenen Zellen sowie an den Wänden der Schleimgänge abgeschieden.

Letztere, die schizogen entstanden sind und sich bisweilen verzweigen, durchsetzen in verschiedenen Richtungen, vorwiegend in achsialer, das Gewebe. Ihr auf dem Querschnitt rundliches Lumen, das Gefäßbündelgröße erreicht, ist von einem Kranze kleiner, dünnwandiger Zellen umgeben, die sich in den Gang vorwölben und sehr kleine Stärkekörner als Inhalt haben.

Sklerenchymfaserbündel, die sich aus wenigen weitlumigen Elementen zusammensetzen, sowie kleinere, oft reduzierte kollaterale Gefäßbündel durchziehen häufig in meist schräger Richtung die Rinde. Erstere liegen mehr in der äußeren Geweberegion.

Der Zentralzylinder wird durch eine einschichtige, kleinzellige Endodermis von dem Rindengewebe abgesondert. Ihre Zellen sind alle verkorkt und teils achsial, teils tangential etwas gestreckt. Zu beiden Seiten der Endodermis schließen sich kleinzelligere Grundgewebschichten an, die mit wenigen kleinen Stärkekörnern gefüllt sind.

Prismatische Zellen von unregelmäßiger Form, die polygonale, oft rundliche Begrenzung besitzen und dreiseitige oder polygonale Interzellularen miteinander bilden, setzen das Grundgewebe des Zentralzylinders zusammen. In der Mehrzahl sind sie in der Längsrichtung verlängert. An die Gefäßbündel grenzen kleinlumigere Zellen.

Alle Zellen führen Stärke. Raphidenzellen, zum Teil von besonderer Größe, sind in mäßiger Zahl im Gewebe verbreitet.

Schleimgänge treten im Zentralzylinder spärlicher als in der Rinde auf. Sie kommen hauptsächlich nur in der mittleren Geweberegion vor.

Die im Zentralzylinder sehr zahlreich vorhandenen Gefäßbündel sind unregelmäßig in demselben zerstreut, gehäuft nur an der Innenseite der Endodermis. Im Inneren zeigen

sie unruhigen Verlauf. Ihr Bau ist äußerst mannigfaltig. In der Mehrzahl sind sie konzentrisch. Ihr Xylem besteht aus den schon für Carludovica atrovirens angeführten typischen Elementen. Nur einige am Außenrande liegende Gefäßbündel, die kleinen, kreisrunden Querschnitt besitzen, sind kollateral. In Hufeisenform umschließt ihr Holzteil das Phloem. Eine schwache Sklerenchymfasersichel aus ziemlich weitlumigen und wenig verdickten Fasern begrenzt das Xylem. An der Peripherie liegen kleinere konzentrische Gefäßbündel, die von einer geschlossenen Faserscheide umgeben sind. Weiter nach der Mitte zu folgen größere und mehr elliptische Bündel. Die Hauptmasse des Gefäßteiles liegt bei ihnen auf der Innenseite und greift keilförmig in den Sklerenchymfaserbelag ein, der hier sichelförmig am stärksten entwickelt ist. An den Flanken und an der Außenseite ist der Sklerenchymfaserring ziemlich schwach. An seinem Außenrande sind die Fasern weitlumiger und weniger verdickt. Im Innern des Phloems liegen vielfach größere oder kleinere, mitunter zu einem Strange vereinigte Sklerenchymfasergruppen, die sich teils an den Innenrand des Xylems anlehnen, teils mit den oft an verschiedenen Stellen, besonders an den Flanken, in den Siebteil vorspringenden Scheidenelementen in Verbindung treten, sodaß sich verschiedentlich regelrechte Sklerenchymbrücken bilden, die das Phloem in mehrere Teile spalten. Weiter nach der Mitte des Zentralzylinders hin werden die Gefäßbündelstränge immer größer. An den Stellen, wo die Faserscheide den Xylemring durchbrochen hat, treten Einbuchtungen oder auch völlige Lücken auf. Die so entstandenen Gruppen sind auf ihrer Außenseite von einer Sklerenchymfasersichel bedeckt. Stets ist eine größere innere und meist eine nahezu ebenso große äußere Gruppe vorhanden, die auch den am stärksten entwickelten Faserbelag aufweisen. Diese Gefäßbündelstränge sind offenbar durch Aneinanderlagerung mehrerer kollateraler Bündel mit ihrer Phloemseite entstanden. Verschiedentlich

lassen sich im Innern des Zentralzylinders Gruppen von Gefäßbündeln beobachten, die einander den Siebteil zukehren und sich noch nicht oder nur zum Teil vereinigt haben.

Carludovica microcephala. hort. Berol.

Untersucht wurde ein älterer, krautiger, 20 cm hoher Stamm von zylindrischer Form, der unten eine Dicke von 4 bis 5 cm und am oberen Teile, wo er sich etwas verjüngte, einen Durchmesser von 2 bis 3 cm besaß. Ziemlich langgestreckte Internodien wechseln mit kurzen um den Stamm herumgreifenden Blattnarben. Seine unteren Internodien tragen einige Adventivwurzeln.

Kleine, auf dem Querschnitt vier-, seltener fünfseitige Zellen bilden die Epidermis. An den Ecken sind sie stark kollenchymatisch verdickt. Auf einem Flächenschnitte betrachtet, sind sie in deutlichen Längsreihen angeordnet und erscheinen in der Wachstumsrichtung gestreckt. Die übereinander liegenden Zellen stoßen häufig mit schrägen Querwänden aneinander. Über den Oberhautzellen lagert eine dünne Cuticula.

Unter der Epidermis ist aus der äußersten Rindenzellreihe Kork entstanden. Von der Initialschicht sind nach außen vier bis fünf Zellagen abgeteilt worden, von denen eine oder zwei verkorkt sind. Außer der Verkorkung zeigen die Außenwände der äußersten Zellen noch starke, wulstige Verdickung und Verholzung.

Das Rindengewebe besteht aus unregelmäßig prismatischen Zellen, die auf dem Querschnitt polygonale Form haben und kleine, dreiseitige oder polygonale Interstitien zwischen sich frei lassen. Bis auf die äußersten ein wenig kollenchymatischen Zellschichten sind die Rindenzellen in der Regel achsial gestreckt.

Große Stärkekörner von runder bis elliptischer Form finden sich im ganzen Rindengewebe, nicht so reichlich in

der äußeren chlorophyllhaltigen Zone. Gerbstoff als Inhalt enthalten nur wenige im peripherischen Teile verbreitete Zellen. Raphidenzellen, die aus kurzen, dünnen Kristallnadeln zusammengesetzte Bündel einschließen und häufig Schleim führen, kommen in der Rinde, namentlich am Außenrande, in großer Menge vor. Verschiedentlich bemerkt man auch in besonders großen Zellen Raphidenbündel, die längere und stärkere Kristallnadeln aufweisen. Sphärokristalle, die sich beim Liegen in Alkohol abgeschieden haben, von der bei Carludovica lancifolia besprochenen Form und Beschaffenheit, lassen sich auch hier im Rindengewebe, vorwiegend an der Peripherie, beobachten.

Zahlreiche, rundliche schizogene Schleimgänge sind regellos in der Rinde verteilt. Sie verlaufen in verschiedenen Richtungen, vorzugsweise in achsialer, verzweigen sich vielfach oder sind durch Anastomosen miteinander verbunden. Ihre Größe ist etwa die eines kleineren Gefäßbündels. Papillenartig in den Gang vorgewölbte Epithelzellen, die sehr kleinkörnige Stärke als Inhalt haben, umfassen den interzellularen Raum.

Sklerenchymfaserstränge durchdringen meist in schräger Richtung die äußere Geweberegion. Auch kleinere, gewöhnlich stark reduzierte Gefäßbündel, die auf der Phloem- und Xylemseite in der Regel einen schwachen Faserbelag erkennen lassen, liegen in der Rinde, in welcher sie in schiefer Richtung verlaufen.

Der Zentralzylinder wird durch eine einschichtige, kleinzellige Endodermis von dem ihn umgebenden Gewebe scharf geschieden. Abgesehen von einigen kleinen Durchlaßstellen unverkorkter Zellen sind alle Endodermiszellen verkorkt. Im allgemeinen sind sie achsial verlängert.

Auf der Innenseite grenzen an sie kleinzelligere Schichten. Im übrigen zeigt das Grundgewebe der Gefäßbündelregion größere Zellen, die unregelmäßig prismatische Form und auf

dem Querschnitt polygonale Begrenzung und dreieckige oder polygonale Interstitien besitzen Nur die an die Gefäßbündel sich anschließenden Zellen haben ein kleineres Volumen.

Stärke ist in allen Zellen reichlich vorhanden. Kleinere und größere Raphidenzellen kommen im Zentralzylinder spärlicher vor.

Dasselbe gilt für die Schleimgänge, die nur in der mittleren Region liegen. Im oberen Teile des Stammes fehlen sie hier gänzlich.

Die in großer Zahl vorhandenen Gefäßbündel zeigen die typische unregelmäßige Anordnung. Spiral-, Ring-, Leiter- und Tüpfelgefäße sowie gleichgestaltete Tracheiden bilden die leitenden Elemente ihres Xylems. Von der Peripherie zur Mitte werden die Gefäßbündel allmählich größer. Mit Ausnahme einiger an die Endodermis sich anlehnender, rundlicher Bündel haben sie elliptischen Querschnitt. Am Außenrande des Zentralzylinders verlaufen noch kleine kollaterale Gefäßbündel, deren Siebteil in der Regel in das Xylem eingesenkt ist. Ein Sklerenchymfaserbelag ist nur sehr schwach und unvollkommen an der Xylemseite ausgebildet. Bei einigen auf wenige Elemente reduzierten Gefäßbündeln fehlt er gänzlich. Weiter nach innen zu folgen nach einigen Zwischenstufen regelrechte konzentrische Gefäßbündel. Der Hauptteil des Xylems lagert bei ihnen auf der Innenseite und dringt keilförmig in die geschlossene Sklerenchymfaserscheide ein, die hier sichelförmig ihre stärkste Entwicklung erfährt. Mit der Größenzunahme der Bündel nach der Mitte hin gewinnt auch die geschlossene Faserscheide dauernd an Mächtigkeit. An den äußeren und seitlichen Partien mehrerer Bündel greift der Sklerenchymfaserring in das Xylem ein und tritt mit dem Phloem in Verbindung. Einzelne Bündel zeigen in ihrem Siebteil eine kleine, gewöhnlich zentral gelagerte Fasergruppe. Im Inneren des Zentralzylinders beobachtet man bei allen Gefäßbündelsträngen Einschnürungen an den

Einbruchsstellen der Sklerenchymfasermassen in den Xylemring. (Abb. 4). Weniger häufig treten gänzliche Lücken auf. Die Mehrzahl dieser radial stark gestreckten Gefäßbündelstränge läßt eine auf diese Weise entstandene Gliederung in vier Gruppen erkennen, seltener in zwei oder mehr als vier. Innen- und Außengruppe, die erstere ist die größere, sind immer am stärksten entwickelt und haben dementsprechend auch den mächtigsten Sklerenchymfaserbelag, der sichelförmig die einzelnen Gruppen begrenzt. In der Mitte des Phloems liegt eine in der Richtung des Radius plattenförmig angeordnete Sklerenchymfasergruppe, die sich oft an das Xylem der Innengruppe anlagert. Wahrscheinlich sind diese Gefäßbündelstränge durch die Vereinigung mehrerer kollateraler Bündel, die sich mit ihren Siebteilen aneinander gelegt haben, gebildet worden.

Carludovica Moritziana. Klotzsch.

Der zur Untersuchung vorliegende, krautige Stamm gehörte einer älteren Pflanze an und zeigte eine Höhe von 25 cm und einen Durchmesser von 4 cm. Er ist stark niederliegend gekrümmt und trägt an seinen langgestreckten Internodien, zwischen denen schmale Blattnarben liegen, eine große Zahl von Adventivwurzeln.

Ungleich große, jedoch verhältnismäßig kleinlumige Zellen setzen die Epidermis zusammen. Auf dem Querschnitt erscheinen sie vier- oder fünfseitig und schwach kollenchymatisch verdickt. Von oben gesehen sind sie meist in der Wachstumsrichtung gestreckt und vielfach in Längsreihen angeordnet, die durch schräge Querwände mitunter gestört werden. Eine zarte Cuticula zieht sich über die Epidermiszellen hin.

Aus einer der äußersten Rindenschichten, gewöhnlich der an die Epidermis anstoßenden, haben sich drei bis vier Korkschichten gebildet, von denen nur die zuerst entstandene Zell-

lage verkorkt ist. Die Außenwände dieser Schicht sind etwas verdickt und verholzt.

Prismatische Zellen, die polygonalen, oft nahezu runden Querschnitt besitzen und mit Ausnahme der äußeren kleinzelligeren Schichten in der Regel stark in der Wachstumsrichtung verlängert sind, bilden die Elemente des Rindengewebes. An der Peripherie sind die Zellen leicht kollenchymatisch und weisen verschiedentlich nachträgliche Teilungen durch tangentiale Querwände auf. Alle übrigen Rindenzellen lassen auf dem Querschnitt dreiseitige oder polygonale Interstitien zwischen sich frei. Letztere, die sich fast bei allen Carludoviceen mehr oder minder häufig finden, kommen dadurch zustande, daß die Zellen nicht immer mit ihren ganzen Wänden, sondern nur mit einem Teil derselben aneinander stoßen. Sie können sehr unregelmäßig und verschieden gestaltet sein und eine ziemliche Größe erreichen.

Stärkekörner von rundlicher bis elliptischer Gestalt füllen alle Rindenzellen, in spärlicherer Zahl die äußeren Chlorophyll führenden Zellschichten. In den Epithelzellen der Schleimgänge lagern kleinere Stärkekörner. Gerbstoffzellen kommen ganz vereinzelt am Außenrande der Rinde vor. Calciumoxalat in der Form von kleinen, dünnen, zu Raphidenbündeln vereinigten Kristallnadeln ist als Inhalt in vielen Rindenzellen, namentlich an der Peripherie, enthalten. Daneben lassen sich noch längere und stärkere Raphidenbündel in besonders großen Zellen beobachten. In beträchtlichen Mengen haben sich beim Liegen in Alkohol im Rindengewebe Sphärokristalle von der bereits für Carludovica lancifolia beschriebenen Form und Beschaffenheit abgelagert. Vorwiegend haben sie sich am Außenrande der Rinde, ferner in den an die Endodermis sich anschließenden inneren Schichten sowie an den Wänden der Schleimgänge abgeschieden.

Letztere durchsetzen in allen Richtungen, hauptsächlich in achsialer, das Gewebe, verzweigen sich häufig oder ana-

stomosieren miteinander. Ihr Bau ist der typische bei Carludovica microcephala geschilderte.

Verschiedentlich liegen in der Rinde, gewöhnlich in schräger Richtung, Sklerenchymfaserstränge und kleine meist reduzierte Gefäßbündel.

Die Endodermis besteht aus einer Schicht kleiner, polygonaler Zellen, die in der Wachstumsrichtung verlängert und mit Ausnahme weniger Durchlaßzellen verkorkt sind. Im unteren Teile des Stammes zeigen einzelne ihrer Zellen sich U-förmig schwach verdickt und verholzt sowie getüpfelt. An der Innen- und Außenseite schließen sich kleinzelligere Grundgewebsschichten an die Endodermis an.

Alle übrigen prismatischen Zellen des Zentralzylinders besitzen ein größeres Volumen und auf dem Querschnitt polygonale bis rundliche Begrenzung. Zwischen sich haben sie gleiche Interzellularen wie die Rindenzellen und sind in der Mehrzahl in der Längsrichtung gestreckt. Die Gefäßbündel werden von kleineren Zellen umgeben.

Stärke findet sich ebenso reichlich wie in der Rinde. In den an die Endodermis grenzenden Schichten ist sie kleinkörniger. Größere und kleinere Raphidenzellen sind in mäßiger Zahl im Gewebe verbreitet. Sphärite haben sich spärlicher als in der Rinde abgelagert. Häufiger beobachtet man sie an der Peripherie des Zentralzylinders und an den Wänden der Schleimgänge, die in ziemlich großer Zahl in der Hauptsache in der mittleren Region liegen.

Zahlreiche Gefäßbündel sind ohne Regelmäßigkeit im Zentralzylinder verstreut; am Außenrande sind sie gehäuft. Sie zeigen sehr verschiedenen Bau und mannigfache Anordnung ihrer Elemente, die im übrigen die typischen Formen aufweisen. Im äußeren Teile des Zentralzylinders haben sie einen kleinen und runden Querschnitt. Nach der Mitte zu werden sie nach und nach größer und nähern sich mehr der elliptischen Gestalt. Die Mehrzahl der Gefäßbündel ist kon-

zentrisch. Nur am Außenrande liegen vereinzelt kollaterale Bündel, bei denen das Xylem in der Regel hufeisenförmig das Phloem umfaßt. Ein schwacher, sichelförmiger Sklerenchymfaserbelag begleitet den Holzteil. Bei den übrigen konzentrischen Gefäßbündeln lagert die Hauptmasse des Vasalteiles auf der Innenseite. (Abb. 5). Hier ist auch die geschlossene Faserscheide, welche die Bündel gegen das Grundgewebe hin abschließt, sichelförmig am mächtigsten geworden. Am Außenrande der Scheide erscheinen die Faserelemente weitlumiger und weniger verdickt. Mit der Größe der Bündel nimmt auch die Stärke ihres Sklerenchymbelages zu. Oft durchbricht die Faserscheide an verschiedenen Stellen den Xylemring und greift unregelmäßig in den Siebteil ein. Die eingedrungenen Scheidenelemente vereinigen sich im Phloem vielfach miteinander und spalten es in mehrere Teile. In der Mitte des Siebteiles häufen sie sich gewöhnlich zu einem stärkeren Faserstrange. Eine gleiche Fasergruppe findet sich mitunter auch im Phloem solcher Bündel, bei denen die Elemente des Sklerenchymfaserringes nicht in dasselbe eingetreten sind. Im Innern des Zentralzylinders beobachtet man Gefäßbündelstränge, die durch Einschnürungen an den Einbruchsstellen der Sklerenchymfaserscheide in mehrere Gruppen gegliedert sind. (Abb. 6). Innen- und Außengruppe, besonders erstere, sind stets am stärksten entwickelt. Am häufigsten sind diese Gefäßbündelstränge in vier Gruppen geteilt. Die zentrale Sklerenchymfaseranhäufung im Phloem ist noch größer als bei den zuvor erwähnten Bündeln. Entstanden sind diese Gefäßbündelstränge offenbar durch Vereinigung mehrer kollateraler Bündel mit ihrer Phloemseite, was dadurch bestätigt wird, daß verschiedentlich größere Gruppen von Bündeln zu bemerken sind, deren Zusammenschluß zu einem gemeinsamen Strange sich noch nicht oder erst teilweise vollzogen hat.

C. Carludovicae anomalae.

Carludovica insignis. Duchass.

Die zur Gruppe der Anomalae gehörenden Carludoviceen sind typische Lianen. Sie besitzen einen krautigen, ziemlich schwachen, kletternden Stamm, der zahlreiche herabhängende Luftwurzeln an seinen Internodien trägt.

Von Carludovica insignis stand mir zu meinen Untersuchungen das untere Stammstück eines älteren $^1/_2$ m hohen und 2—3 cm dicken Stammes zur Verfügung. Dieser ist etwas gekrümmt und zeigt sehr langgestreckte Internodien, die von nur kurzen herumfassenden Blattnarben unterbrochen werden.

Kleine, dünnwandige Zellen mit auf dem Querschnitt vier-, seltener fünfseitiger Begrenzung bilden die Epidermis. Auf der Flächenansicht erscheinen sie mitunter achsial gestreckt und zum Teil in Längsreihen angeordnet, die vielfach durch schräge Querwände gestört werden. Über die Oberhautzellen lagert sich eine dünne Cuticula.

Unter der Epidermis hat Korkbildung eingesetzt, und zwar ist die Entstehungsschicht die äußerste oder die nächstinnere Rindenschicht. Von den zwei bis drei nach außen abgeschiedenen Zellagen ist die äußerste verkorkt. Nachträglich haben sich die Außenwände ihrer Zellen noch stark verdickt und sind verholzt.

Auf dem Querschnitt zeigen die Rindenzellen polygonale oder runde bis elliptische Form und lassen kleine drei-, seltener vierseitige Interstitien zwischen sich frei. Am Außenrande der Rinde sind sie kollenchymatisch. Die äußersten ziemlich großzelligen Schichten sind dünnwandig und nur wenig achsial gestreckt. Darauf folgen nach innen zu englumigere Zellen, die weit mehr in der Wachstumsrichtung verlängert sind. Auf dem Längsschnitt sind dieselben vier- bis sechsmal so lang wie breit und besitzen oft fast prosen-

chymatisch spitze Form. Nach der Endodermis hin werden sie wieder weitlumiger und sind weniger in der Achsenrichtung gestreckt. Zahlreiche Zellen, ausgenommen bleiben die am Außenrande gelegenen Schichten, sind verdickt und verholzt sowie mit elliptischen Poren versehen. Am häufigsten tritt diese Erscheinung an den Zellen der äußeren Rindenhälfte auf.

Alle Zellen führen als Inhalt kleine, rundliche Stärkekörner. Die peripherisch gelegenen Zellschichten enthalten Chlorophyll. Raphidenbündel, zum Teil kleine, die aus kurzen und dünnen Kristallnadeln bestehen, zum Teil große, die sich aus langen und starken Raphiden zusammensetzen, finden sich in vielen Rindenzellen.

Größere und kleinere Sklerenchymfaserbündel verlaufen allenthalben im Rindengewebe, namentlich in der äußeren Region. Auch bemerkt man verschieden große kollaterale Gefäßbündel, deren Vasalteil in der Regel auf wenige kleine Elemente reduziert ist und die auf Xylem- und Phloemseite von einem mittelmäßig starken Sklerenchymfaserbelage begleitet sind. Letzterer ist auf der Xylemseite gewöhnlich schwächer ausgebildet. Bei einigen Bündeln schwindet der Gefäßteil fast gänzlich.

Eine einschichtige Endodermis umgibt den Zentralzylinder. Ihre Zellen haben kleinen, meist elliptischen Querschnitt und sind in der Wachstumsrichtung gestreckt. Sie sind sämtlich verkorkt und zugleich C-förmig beträchtlich verdickt und verholzt. Die Verdickungsschicht ist getüpfelt. Auch einige kleinzellige Schichten, die an der Innenseite der Endodermis lagern, sind stark, doch allseitig verdickt sowie verholzt und getüpfelt.

Innerhalb dieser Schutzscheide liegt ein Grundgewebe, das sich aus Zellen mit polygonalem oder rundlichem Querschnitt und kleinen drei-, seltener vierseitigen Interzellularen zusammensetzt. Sie sind stark in der Wachstumsrichtung verlängert, weniger im mittleren Teil des Zentralzylinders, wo

sie im allgemeinen weitlumiger sind. An der Peripherie der Gefäßbündelregion zeigen sie auf dem Längsschnitte oft nahezu prosenchymatische Form. Viele Zellen des Grundgewebes sind schwach verdickt, verholzt und getüpfelt. Vor allem gilt dies für die Mehrzahl der Zellen, die am Außenrande des Zentralzylinders zwischen den hier dicht gedrängt verlaufenden Gefäßbündeln liegen. Auch bei den kleineren an die einzelnen Bündel grenzenden Zellen findet sich in der Regel diese Erscheinung.

Alle Zellen enthalten reichlich Stärke. Kleine und große Raphidenbündel von gleicher Form wie im Rindengewebe kommen in mäßiger Zahl im Zentralzylinder vor.

Die Gefäßbündel sind noch mehr als bei den übrigen Carludoviceen an die Peripherie gerückt, sonst regellos im Grundgewebe verteilt. Im Bau unterscheiden sie sich dadurch von denen der anderen Carludoviceen, daß sie fast nur kollateral sind oder typische Vereintläufigkeit dieser Bündel zeigen. Alle haben ein verhältnismäßig kleines Phloem. Ihr Gefäßteil führt ziemlich weitlumige leitende Elemente, die spiral-, ring-, leiter- und treppenförmige Wandversteifungen aufweisen. Im äußeren Teil des Zentralzylinders liegen kleine runde oder elliptische kollaterale Gefäßbündel, die von einer wenigschichtigen, geschlossenen Scheide aus stark verdickten Sklerenchymfasern umgeben sind. Zum Teil lagern sie sich an die Schutzscheide an, zum Teil sind sie in dem verholzten Parenchymgewebe eingebettet. Ihr Vasalteil besitzt nur eine kleine Zahl weitlumiger Gefäße. Zwischen diesen Bündeln, weniger am äußersten Rande des Zentralzylinders, verlaufen oft größere mit elliptischem Querschnitt, die sehr verschieden gestaltet sind. Mitunter umfaßt das Xylem U-förmig das Phloem, liegt dabei jedoch zum größten Teil auf der Innenseite. Der Sklerenchymfaserbelag greift bei einzelnen Bündeln in den Siebteil ein und spaltet ihn, indem er mit dem Xylem in Verbindung tritt, in zwei Hälften. Nur schwach

verholzte Elemente lagern in der Regel am Innenrande des Gefäßteiles, der meist keilförmig in die an der Innenseite der Bündel am stärksten entwickelte Sklerenchymfaserscheide eindringt. Nach der Mitte hin folgen auf diese Zone Gefäßbündelstränge, deren Entstehung durch Aneinanderlagerung mehrerer kollateraler Bündel, die ihre Phloemseite einander zuwenden und sich mit ihrem Sklerenchymfaserbelage vereinigt haben, augenscheinlich ist. Nur ganz vereinzelt lassen sich hier Bündel beobachten, die nahezu amphivasalen Bau besitzen; doch ist ein völlig geschlossener Gefäßkreis, wie er wenigstens bei einem Teile der konzentrischen Bündel der anderen Carludoviceen stets vorkommt, nirgends zu finden. Die Scheidenelemente durchbrechen immer an mehreren Stellen den Xylemring, dringen in das Phloem ein und teilen es in einzelne Gruppen. Alle übrigen Gefäßbündelstränge lassen noch deutlich die einzelnen kollateralen Gefäßbündel, aus denen sie sich gebildet haben, mit ihrem geschlossenen, wenigschichtigen Sklerenschymfaserringe erkennen. In der Regel haben sich die Faserscheiden nur zu einem geringen Teile miteinander vereinigt, sodaß ziemlich starke Einschnürungen zwischen den einzelnen Bündeln vorhanden sind. Im Zentrum dieser Gefäßbündelgruppen bilden die zusammengeschlossenen Scheidenelemente einen starken gemeinsamen Faserstrang. Je weiter die Gefäßbündelgruppen, die aus zwei bis sechs Bündeln bestehen können, nach der Mitte des Zentralzylinders hin liegen, desto größer werden sie. Am häufigsten zeigt sich Vereintläufigkeit von vier Bündeln. (Abb. 7). Das an der Innenseite gelagerte ist immer am stärksten entwickelt und weist im Bau und in der Anordnung seiner Elemente große Ähnlichkeit mit den oben erwähnten größeren an der Peripherie liegenden kollateralen Gefäßbündeln auf. Auch hier ist der Siebteil in der Regel durch die Scheidenelemente in zwei Gruppen gespalten.

Carludovica palmifolia. Wendl.

Untersucht wurde ein älterer Seitenzweig eines mehrere Meter hohen kletternden Stammes von 3 bis 5 cm Dicke, der an seinen langgestreckten, durch schmale Blattnarben voneinander getrennten Internodien zahlreiche lang herabhängende Luftwurzeln entwickelt hatte. Der Seitenzweig besaß eine Länge von 25 cm und einen Durchmesser von 2 cm.

Eine sehr kleinzellige Epidermis umschließt das Rindengewebe. Ihre dünnwandigen Zellen erscheinen auf dem Querschnitt meist vierseitig und nahezu rechteckig mit schwach vorgewölbten Außenwänden. Nur wenige zeigen achsiale Streckung. Über die Oberhautzellen breitet sich eine zarte Cuticula.

Unter der Epidermis ist aus der sich an sie anlehnenden Rindenschicht Kork entstanden. Doch hat das Phellogen nach Entwicklung einer oder zweier Lagen Korkzellen seine Tätigkeit eingestellt und ist selbst sklerotisiert. Die Außenwand dieser Steinzellen ist vielfach unverdickt. Von der darunter liegenden Rindengewebsschicht ist die Korkbildung wieder aufgenommen worden. In der Regel sind von dieser neuen Initialschicht mehrere Zellagen nach außen hin abgeschieden, von denen eine oder zwei verkorkt sind. Auch hier tritt verschiedentlich wieder Sklerotisierung auf, und zwar sind vielfach Zellen der unter den verkorkten Schichten gelagerten Zellreihen zu Steinzellen geworden, weniger häufig Zellen des Phellogens.

Prismatische Zellen, die polygonalen oder runden bis elliptischen Querschnitt besitzen, setzen das Rindengewebe zusammen. Mit Ausnahme der äußeren Zellschichten, die stark kollenchymatisch sind, lassen die Zellen drei-, seltener vierseitige Interzellularen zwischen sich frei. Die Mehrzahl ist beträchtlich in der Wachstumsrichtung verlängert, weniger die peripherisch gelegenen Zellen.

Kleine, rundliche Stärkekörner finden sich in reichlichen Mengen in der Rinde. Chlorophyllkörner lagern in den äußeren Zellreihen. In vielen, vorwiegend an der Peripherie des Gewebes recht zahlreich vorkommenden Zellen lagern kleine Raphidenbündel, die aus kurzen, dünnen Kristallnadeln bestehen. Daneben lassen sich sehr große und weitlumige, schlauchförmig gestreckte Zellen beobachten, die längere, aus stärkeren Raphiden gebildete Bündel in Schleim eingebettet, in sich einschließen.

Schleim führen weiterhin große, tangential in die Breite gestreckte schizogene Gänge und Lücken, die zu einem Ring um die Endodermis herum angeordnet sind. Sie werden durch kleine, dünnwandige und stärkereiche Zellen unregelmäßig begrenzt. Häufig verzweigen sie sich in der Tangentialebene.

Eine große Zahl nach dem Außenrande der Rinde hin kleiner werdender Sklerenchymfaserstränge durchzieht das Gewebe. Ferner finden sich verschieden große kollaterale Gefäßbündel, deren Xylem meist auf wenige kleine leitende Elemente reduziert ist, und die gewöhnlich nur auf ihrer Phloemseite von einem Faserbelage begleitet sind.

Rinde und Zentralzylinder werden durch eine einschichtige, kleinzellige Endodermis, deren Zellen in der Achsenrichtung gestreckt und sämtlich verkorkt sind, von einander geschieden. Die Endodermiszellen sind außerdem noch C-förmig stark verdickt und verholzt. Elliptische Tüpfel durchsetzen die Verdickungsschichten. Eine weitere Festigung bekommt diese Schutzscheide dadurch, daß die kleinzelligen Schichten des Grundgewebes, die sich an ihre Innenseite anschließen, gleichfalls und zwar allseitig verdickt, verholzt und getüpfelt sind. Im oberen Teil des Seitenzweiges ist diese Erscheinung erst unvollkommen ausgeprägt.

Von der Peripherie zur Mitte des Zentralzylinders werden die Zellen des Grundgewebes weitlumiger. Sie zeigen unregelmäßig prismatische Form und auf dem Querschnitt

polygonale, weniger runde Begrenzung und drei-, seltener vierseitige Interstitien. Vereinzelt sind sie in der Wachstumsrichtung verlängert, vor allem im äußeren Teil des Zentralzylinders. Zwischen den hier dichter gedrängten Gefäßbündeln sind die Zellen häufig schwach verholzt, verdickt und getüpfelt. Dasselbe gilt auch für die etwas kleineren an die Gefäßbündel grenzenden Zellen.

Alle Zellen sind mit rundlichen Stärkekörnern gefüllt. Raphidenzellen sowie Schleim und größere Raphidenbündel führende schlauchförmige Riesenzellen kommen im Zentralzylinder in geringerer Zahl vor.

Die ungeordnet im Gewebe verlaufenden Gefäßbündel liegen in der Mehrzahl im peripherischen Teile. Wie bei Carludovica insignis beobachtet man auch hier nur kollaterale Gefäßbündel sowie typische Vereintläufigkeit derselben. Nahezu konzentrische Bündel, die man noch vereinzelt bei ersterer Art erkennen konnte, finden sich bei Carludovica palmifolia nicht. Weitlumige leitende Elemente von der bei Carludovica insignis erwähnten Form lagern im Holzteil. Das Phloem ist ziemlich klein. An die Endodermis lehnen sich kleine runde Gefäßbündel an, deren Xylem nur wenige weitlumige Gefäße besitzt. Nach innen zu folgen allmählich größer werdende elliptische Bündel, bei denen manchmal der Gefäßteil an den Flanken etwas um das Phloem herumgreift. Alle diese im äußeren Teile des Zentralzylinders verlaufenden Bündel sind von einem geschlossenen, nur wenigschichtigen Sklerenchymfaserring umgeben. Weiter nach der Mitte hin lassen die Gefäßbündelstränge deutliche Zusammensetzung aus mehreren, meist zwei bis vier Gefäßbündeln erkennen. Diese haben sich mit dem ihr Phloem umfassenden Teile ihrer Faserscheide derartig vereinigt, daß eine starke Sklerenchymfasermasse im Zentrum des so entstandenen Gefäßbündelstranges gelagert ist. Bei den mehr außen gelegenen Strängen sind die Einschnürungen, die sich zwischen den einzelnen

Bündeln zeigen, weniger ausgeprägt und teilweise ziemlich ausgeglichen. Nach der Mitte des Zentralzylinders hin nimmt die Zahl der diese Gefäßbündelgruppen zusammensetzenden Bündel zu, wodurch der gemeinsame Strang dementsprechend größer wird. Am häufigsten beobachtet man Vereintläufigkeit von vier Bündeln, von denen je zwei einander diametral gegenüber liegen. Das auf der Innenseite gelagerte Bündel ist in der Regel das größte und von einer stärkeren Faserscheide bedeckt.

II. Gattung: **Ludovia.**

Ludovia crenifolia. Drude.

Die wenigen zur Gattung Ludovia zählenden Arten sind Kletterpflanzen mit langem, schwachem, krautigem Stamm, dessen Internodien eine große Zahl von Luftwurzeln aussenden.

Von Ludovia crenifolia lag zur Untersuchung der untere Teil eines älteren $^1/_4$ m hohen und 3 bis 4 cm dicken Stammes vor. Zwischen seinen langen Internodien liegen ziemlich kurze, herumfassende Blattnarben.

Eine kleinzellige Epidermis, die zum größten Teil bereits abgestoßen ist, umgibt die Rinde. Ihre Zellen erscheinen auf dem Querschnitt vier- oder fünfseitig und auf dem Längsschnitt stark in der Wachstumsrichtung verlängert. Über die schwach verdickten und ein wenig vorgewölbten Außenwände lagert sich eine dünne Cuticula.

Im Rindengewebe hat sich ein im Vergleich zu den übrigen Cyclanthaceen auffallend mächtiger Korkring entwickelt. (Abb. 8). Die Art seiner Entstehung hat viel Ähnlichkeit mit der bei dem Kork von Carludovica palmata geschilderten. Zunächst ist die äußerste oder mitunter eine tiefer gelegene Rindenschicht zum Phellogen geworden, hat nach außen mehrere Lagen tafelförmiger Korkzellen abgeschieden

und ist alsdann selbst verkorkt. Von der sich daran anschließenden Zellreihe der Rinde ist die Korkbildung wieder aufgenommen worden. Diese Erneuerung der Initialschicht wiederholt sich, sobald eine Anzahl von Korklagen aus einem Phellogen erzeugt ist. Verschiedentlich konnte ich einen sechsfachen Wechsel der Initialschicht beobachten. Vielfach erleidet die regelmäßige Korkentwicklung dadurch Störungen, daß Zellen eines neuen Phellogens nicht in Teilung treten oder schon früher als ihre Nachbarzellen aufhören, Korkzellen zu bilden. Im mittleren Teile des Korkringes sind die Zellen einer Initialschicht, die ihre Tätigkeit eingestellt hat, in der Mehrzahl in Sklereiden übergegangen, sodaß mitunter eine nahezu geschlossene Steinzellreihe das Korkgewebe durchzieht.

Prismatische Zellen, deren Querschnitt polygonale Begrenzung und kleine, hauptsächlich dreiseitige Interstitien zeigt, setzen das Rindengewebe zusammen. Die meisten, besonders die englumigeren der äußeren Rindenregion, sind in der Wachstumsrichtung verlängert. Ein großer Teil ist von elliptischen Poren durchsetzt.

Stärke findet sich nur in ganz unbedeutenden Mengen in der Rinde, so in den Epithelzellen der Schleimgänge. Wenig Gerbstoff führen die Korkzellen. Raphidenbündel lagern in vielen Rindenzellen, zum Teil besonders lange, aus starken Kristallnadeln zusammengesetzte Bündel in sehr großen, schlauchförmigen, in der Wachstumsrichtung gestreckten Zellen. Kleine Sphärokristalle, die in Form und Beschaffenheit den bei Carludovica lancifolia beschriebenen Sphäriten gleichen, haben sich in ziemlicher Menge beim Liegen in Alkohol in der Rinde abgeschieden, vorwiegend an der Peripherie sowie an den Wänden der Schleimgänge.

Letztere liegen nebeneinander zu einem Ringe angeordnet in der mittleren Rindenzone. Sie sind schizogen entstanden und zeigen auf dem Querschnitt kreisrunde Form

von Gefäßbündelgröße. Kleine, dünnwandige, papillös in den Gang hineinragende Zellen begrenzen denselben Vielfach verzweigen sich diese Schleimgänge und anastomosieren untereinander, jedoch nur in der Tangentialebene.

An der Peripherie ist die Rinde von kleinen Sklerenchymfasersträngen durchzogen. Ferner lassen sich verschieden große kollaterale, zum Teil schief durch das Gewebe verlaufende Gefäßbündel beobachten. Bei der Mehrzahl ist das Xylem auf wenige kleine Elemente reduziert; manchmal fehlt es nahezu gänzlich. Ein stärkerer Sklerenchymfaserbelag ist meist nur auf der Phloemseite vorhanden.

Die einschichtige Endodermis besteht aus kleinen, in der Wachstumsrichtung verlängerten Zellen, die alle Verkorkung aufweisen und zugleich C-förmig verdickt und verholzt sind. In der Verdickungsschicht zeigen sich elliptische Tüpfel.

An den Innenrand der Endodermis schließen sich kleinzellige Schichten des Grundgewebes an, dessen Zellen nach der Mitte des Zentralzylinders hin größer werden. Englumigere Zellen begrenzen die Gefäßbündel. Alle haben unregelmäßig prismatische Form und sind mehr oder weniger in der Achsenrichtung gestreckt. Auf einem Querschnitt erscheinen sie polygonal und lassen gewöhnlich dreiseitige Interzellularen zwischen sich frei. Häufig sind sie mit kleinen Tüpfeln versehen.

Stärkekörner kommen ganz vereinzelt in einigen Zellen vor, namentlich am Außenrande des Zentralzylinders sowie in der Nähe der Schleimgänge. Raphidenzellen, kleine und größere schlauchförmige, sind in mäßiger Zahl im Gewebe verbreitet. Sphärite haben sich in vielen Zellen abgelagert.

In der mittleren Region lassen sich einige Schleimgänge beobachten.

Die Gefäßbündel liegen ohne Einheitlichkeit im Zentralzylinder; an der Peripherie verlaufen sie dichter nebeneinander. Ihr Xylem führt ziemlich weitlumige Gefäße und Tracheiden,

die schrauben-, ring-, leiter- und treppenförmig verdickt sind. Ihr Phloem ist verhältnismäßig klein. Alle Gefäßbündel weisen kollateralen Bau auf. Teilweise sind sie zu mehreren zu einem gemeinsamen Strange vereinigt. Konzentrische Bündel konnte ich nicht beobachten. Am Außenrande des Zentralzylinders liegen kleine runde bis elliptische Gefäßbündel, deren Vasalteil wenige leitende Elemente besitzt. Sie sind von einer geschlossenen Faserscheide umgeben. Nach der Mitte hin werden die Bündel größer und sind in der Hauptsache elliptisch. Ihr Xylem greift oft keilförmig in die Sklerenchymfaserscheide ein, deren Fasern, besonders auf der Innenseite der Bündel, ziemlich weitlumig sind. Zellen des angrenzenden Grundgewebes sind mitunter verdickt und verholzt. Vereinzelt umfaßt der Gefäßteil U-förmig das Phloem. Bei einigen Bündeln sind die Scheidenelemente in den Siebteil eingedrungen und spalten denselben. Auf diese Gefäßbündelzone folgen nach innen zu Gefäßbündelstränge, die durch Aneinanderlagerung mehrerer kollateraler Gefäßbündel mit dem Faserbelag ihres Phloems entstanden sind. Man findet am häufigsten Vereintläufigkeit von zwei, seltener von mehr Bündeln. Das größte Bündel dieser Stränge liegt stets auf der Innenseite. Vielfach ist sein Siebteil durch eine Sklerenchymfaserbrücke in zwei Gruppen geteilt. Bei den zuäußerst gelagerten Gefäßbündelgruppen sind die Einbuchtungen zwischen den einzelnen Bündeln wenig ausgeprägt.

III. Gattung: **Cyclanthus.**

Cyclanthus bipartitus. Poit.

Die wenigen zur Gattung Cyclanthus zählenden Arten besitzen alle ein kräftiges, oft reich verzweigtes Rhizom.

Von Cyclanthus bipartitus stand mir zu meinen Untersuchungen der untere Teil eines Seitenzweiges einer älteren

Pflanze zur Verfügung. Dieser 20 cm lange Zweig verjüngte sich von der Spitze zur Basis stark, sodaß er, während sein Durchmesser am oberen Teile ungefähr 4 cm betrug, am unteren Teile nur noch eine Dicke von $1^1/_2$ cm zeigte. Kurze Internodien liegen zwischen den schmalen, treppenartig abgesetzten Blattnarben. Aus den Internodien brechen zahlreiche Wurzeln hervor.

Eine kleinzellige Epidermis umfaßt die Rinde. Ihre Zellen haben auf dem Querschnitt wie auf dem Längsschnitt meist vier- oder fünfseitige Gestalt und sind leicht kollenchymatisch. Über die etwas verdickten Außenwände zieht sich eine Cuticula hin, die vielfach höckerige Erhebungen bildet. Die meisten Oberhautzellen, im unteren Teile des Seitenzweiges alle, sind stark sklerotisiert. Diese Erscheinung vollzieht sich in gleicher Weise wie bei den Epidermiszellen der Carludovica funifera. Verholzte Verdickungsschichten haben sich an die Innenseite der Zellwände angelagert, und lassen nur ein kleines, rundliches Lumen zwischen sich frei. Verzweigte Tüpfel durchsetzen die Verdickungsschichten. Auch lassen sich, wie bei Carludovica funifera, besonders im oberen Teile des Stammes Epidermiszellen beobachten, die mit einer körnigen Substanz gefüllt sind, welche sich teilweise geschichtet an die Wände angelagert hat und ein kleines, elliptisches Lumen umschließt. Verschiedentlich lassen diese Schichten Tüpfel erkennen. Wahrscheinlich handelt es sich auch hier um Übergangsstadien zur späteren Sklerotisierung der Zellen.

Mehrere Schichten des sich an die Epidermis anschließenden Rindengewebes sind gleichfalls stark sklerotisiert, sodaß ein ziemlich mächtiger Steinzellgürtel, der sich an den Blattnarben fortsetzt, das innere Gewebe schützt. Im oberen Teile des Stammes weisen manchmal auch Zellen dieser Schichten noch keine Sklerotisierung auf, führen jedoch als Inhalt die zuvor erwähnte körnige Substanz Mitunter sind Zellen, die

kleine Raphidenbündel enthalten, in dem Steinzellgewebe eingeschlossen.

Das Rindengewebe besteht aus ziemlich dickwandigen Zellen, die auf dem Querschnitt polygonale oder rundliche Form und drei-, seltener vierseitige Interstitien besitzen. Bisweilen bilden sie zwischen sich auch größere, sehr verschieden gestaltete polygonale Interzellularen, die dadurch hervorgerufen werden, daß die Zellen nur mit einem Teile ihrer Wände aneinanderstoßen. Auf dem Querschnitt erscheinen die Zellen vielfach in Querreihen angeordnet und vereinzelt in der Wachstumsrichtung gestreckt. Kleine Poren durchsetzen häufig die Wände.

Stärkekörner von verschiedener Form und Größe lagern in reichlichen Mengen in den Rindenzellen. Zahlreiche Zellen, zum Teil von besonderer Größe, enthalten, meist in Schleim eingebettet, kleine, oft zu mehreren beieinander liegende Raphidenbündel oder Haufen von Kristallnadeln. Daneben kommen noch in vielen langgestreckten Zellen größere Bündel vor, die sich aus starken Raphiden zusammensetzen. Diese Raphidenzellen finden sich neben wenigen mit kleineren Bündeln vorwiegend nur als Begleitzellen der in auffallend großer Zahl im Rindengewebe verteilten Sklerenchymfaserstränge, an deren Außenrande sie regelrecht in die Fasermassen eingelagert sind.

Die sehr verschieden großen Faserbündel bestehen aus außerordentlich stark verdickten Sklerenchymfasern und zeigen regellosen und unruhigen Verlauf. Ganz vereinzelt konnte ich kleine reduzierte Gefäßbündel beobachten, die auf der Phloemseite von einem halbmondförmigen Faserbelage bedeckt sind. In der Mehrzahl durchdringen die aus den Blättern kommenden Gefäßbündel in sehr schräger, fast horizontaler Richtung die Rinde.

Eine einschichtige Endodermis, die sich aus kleinen, verschieden gestalteten Zellen zusammensetzt, umschließt

den Zentralzylinder. Ihre Zellen sind verkorkt und teilweise schwach verdickt und verholzt. Elliptische Tüpfel durchbrechen die Verdickungsschicht.

Zellen von unregelmäßiger Gestalt bilden das Grundgewebe des Zentralzylinders. Die an der Peripherie liegenden sowie die an die Gefäßbündel grenzenden sind kleinlumiger. Auf dem Querschnitt haben sie ungleichmäßig polygonale Form mit meist abgerundeten Ecken und zwischen sich gleiche Interzellularen wie die Rindenzellen. Viele sind getüpfelt.

Alle führen als Inhalt Stärke. Raphidenzellen, zum Teil größere, mit kleinen in Schleim eingeschlossenen Bündeln und Haufen von Kristallnadeln sind überall im Gewebe verbreitet. Große Raphidenbündel treten nur selten auf.

Die Gefäßbündel sind regellos im Zentralzylinder verstreut und zeigen, besonders im mittleren Teile, wo sie oft in allen Richtungen das Gewebe durchziehen, einen sehr unruhigen Verlauf. An der Peripherie liegen sie ein wenig dichter beisammen. Ihr Bau ist ausschließlich kollateral. Zum größten Teile haben sich mehrere zu gemeinsamen Gefäßbündelsträngen vereinigt. Vom Außenrande zur Mitte werden die Gefäßbündel, die stets elliptischen Querschnitt besitzen, allmählich größer. In der äußeren Zone finden sich kollaterale Bündel, die sehr verschieden sind von denen der bisher beschriebenen Cyclanthaceen. Sie sind nur auf ihrer Phloemseite von einem halbmondförmigen Sklerenchymfaserbelage begleitet, der sich aus sehr stark verdickten Elementen zusammensetzt und eine auffallende Mächtigkeit erreicht. Meist dringt der Siebteil keilförmig in den Faserbelag ein. Nach innen folgt eine Zone, in der Gefäßbündelstränge, welche durch Vereinigung zweier Bündel entstanden sind, verlaufen. Die beiderseitigen Scheidenelemente sind zu einer starken zentral gelagerten Sklerenchymfasermasse verschmolzen, während die Gefäßteile, nach innen zu von ihrem Phloem begrenzt, einander diametral gegenüber liegen.

Auf dem Querschnitt besitzt der so gebildete Gefäßbündelstrang eine völlig ausgeglichene langelliptische Form. Weiter nach der Mitte des Zentralzylinders hin läßt sich Vereintläufigkeit von noch mehr, bis zu fünf Bündeln beobachten. Die äußere Gestalt dieser Gefäßbündelstränge ist sehr verschieden und ungleichmäßig, je nach der Zahl der vereinigten Bündel.

Cyclanthus cristatus. Klotzsch.

Untersucht wurde der Hauptstamm eines viel verzweigten älteren Rhizoms, der eine Länge von 25 cm und einen Durchmesser von 4—5 cm besaß. Der walzenförmige Stamm hat ziemlich kurze Internodien, die mit schmalen, treppenartig abgesetzten Blattnarben wechseln und zahlreiche Wurzeln tragen.

Eine einschichtige, kleinzellige Epidermis umfaßt das Rindengewebe. Auf dem Querschnitt erscheinen ihre Zellen vier- oder fünfseitig und mitunter kollenchymatisch verdickt. Zum Teil sind sie in der Längsrichtung gestreckt. Ihre Außenwände sind verdickt und vielfach verholzt. Darüberhin zieht sich eine teils glatte, teils stark höckerige Cuticula. Im unteren Teile des Rhizoms zeigen einige Oberhautzellen beginnende Sklerotisierung.

Das Gleiche gilt für die äußersten Rindenschichten, deren Zellen verschiedentlich Teilungen durch tangentiale Querwände aufweisen. Bei ihnen ist der Übergang zu Sklereiden schon weiter vorgeschritten als bei den Epidermiszellen. Häufig finden sich bereits völlig ausgebildete Steinzellen.

Auf dem Querschnitt besitzen die Zellen des Rindengewebes polygonale oder nahezu runde bis elliptische Begrenzung und zwischen sich drei- oder vierseitige Interstitien, mit Ausnahme der am Außenrande liegenden Zellschichten, die leicht kollenchymatisch sind. Vielfach lassen die Zellen größere, unregelmäßig polygonale Interzellularen zwischen

sich frei. Auf einem Längsschnitte zeigen die Zellen der Rinde, seltener die peripherisch gelegenen Schichten, meist achsiale Streckung und Anordnung in Querreihen.

Rundliche, verschieden große Stärkekörner enthalten die Zellen in reichlichem Maße. Viele Raphidenzellen, teilweise größere, sind im Rindengewebe verbreitet. Doch schließen sie nur kurze aus feinen Kristallnadeln bestehende Bündel ein, die fast stets zu mehreren beisammen liegen. Bisweilen sind sie mit Haufen unregelmäßig durcheinander lagernder Kristallnadeln gefüllt.

Sklerenchymfaserstränge, die sich aus stark verdickten Fasern zusammensetzen und sehr verschiedene Mächtigkeit aufweisen, sind in außerordentlich großer Zahl in der Rinde verstreut. Auch kleine Gefäßbündel, deren Xylem nur wenige englumige Elemente führt, mitunter ganz verschwindet, durchziehen das Gewebe. Auf der Phloemseite sind sie von einem starken Sklerenchymfaserstrange begleitet.

Eine kleinzellige Endodermis trennt Rinde und Zentralzylinder. Ihre verkorkten Zellen sind auf dem Querschnitt unregelmäßig polygonal, auf dem Längsschnitt häufig in der Wachstumsrichtung gestreckt. Im unteren Teile des Rhizoms sind sie verschiedentlich schwach C-förmig verdickt und verholzt sowie mit elliptischen Poren versehen.

Von der Peripherie zur Mitte des Zentralzylinders werden die Zellen des Grundgewebes weitlumiger. Nur die an die Gefäßbündel sich anschließenden zeigen ein etwas kleineres Lumen. Die Form aller Zellen ist sehr ungleichmäßig. Am Außenrande sind sie mitunter in der Wachstumsrichtung gestreckt. Auf dem Querschnitt erscheinen sie unregelmäßig polygonal bis rundlich und haben zwischen sich gleiche Interstitien wie die Rindenzellen.

Alle sind mit Stärkekörnern vollgepfropft. Raphidenbündel führende Zellen finden sich spärlicher als in der Rinde.

Die Gefäßbündel lagern ohne irgendwelche Regelmäßigkeit im Zentralzylinder. An der Peripherie drängen sie sich mehr zusammen. Meist zeigen sie sehr unregelmäßigen Verlauf. In ihrem Bau sowie in der Art und der Anordnung ihrer Elemente sind sie den Gefäßbündeln von Cyclanthus bipartitus sehr ähnlich. Nur am Außenrande des Zentralzylinders liegen kollaterale Gefäßbündel, die elliptischen, nicht allzu großen Querschnitt haben. (Abb. 9). Auf ihrer Phloemseite sind sie von einem außerordentlich mächtigen, halbmondförmigen Sklerenchymfaserbelage, der sich aus kräftigen Fasern zusammensetzt, bedeckt. Der verhältnismäßig kleine Siebteil greift teilweise keilförmig in die Fasermassen ein, die ihn vielfach durch schmale, mit dem Xylem in Verbindung tretende Faserbrücken in Gruppen teilen. Weiter nach der Mitte hin trifft man ausschließlich Gefäßbündelstränge an, die durch Vereinigung mehrerer Bündel entstanden sind. (Abb. 10). Je näher diese Stränge dem Zentrum liegen, aus desto mehr Bündeln setzen sie sich zusammen und umso größer wird ihr Querschnitt. Es läßt sich Vereintläufigkeit von zwei bis sechs Bündeln beobachten. In der äußeren Region des Zentralzylinders haben sich meist zwei Bündel mit dem Sklerenchymbelag ihrer Phloemseite in der Richtung des Radius aneinander gelegt. Die sklerenchymatischen Elemente beider Bündel sind vollkommen miteinander verschmolzen, sodaß der gemeinsame Strang einen langelliptischen Querschnitt zeigt. Bei den nach innen zu folgenden Gefäßbündelsträngen, die aus mehr als zwei Bündeln bestehen, ist die äußere Form oft wechselnd, doch nähert sich auch ihr Querschnitt meist der elliptischen Gestalt. Haben sich vier Bündel zu einer Gruppe vereinigt, so liegen je zwei einander diametral gegenüber.

Vergleichende Übersicht

über die

anatomischen Verhältnisse der untersuchten Cyclanthaceenstämme.

Die **Epidermis** setzt sich aus kleinen Zellen zusammen, die auf dem Querschnitt vier- oder fünfseitig erscheinen und meist mehr oder minder kollenchymatisch verdickt sind. In der Mehrzahl sind sie in der Wachstumsrichtung, weniger in der Richtung des Radius gestreckt. Von oben betrachtet, zeigen sie sich vielfach in Längsreihen angeordnet, die mitunter durch schräge Querwände gestört werden. Ihre Außenwände sind häufig schwach verdickt, bei den Carludovicae triplinerviae und den Cyclanthusarten ziemlich stark und zum Teil verholzt. Eine besondere Ausgestaltung zu ihrer Festigung haben verschiedentlich die Oberhautzellen von Carludovica funifera und plicata sowie von Cyclanthus bipartitus und cristatus erfahren. An den älteren Internodien ausgewachsener Stämme sind sie nachträglich sklerotisiert. Diese Erscheinung läßt sich besonders bei Carludovica plicata und Cyclanthus bipartitus erkennen. Verholzte Verdickungsschichten haben sich an die Innenseiten der Zellwände angelagert und lassen nur noch ein kleines, rundliches Zellumen frei. Verzweigte Tüpfel durchsetzen die Verdickungsschichten. Cyclanthus cristatus zeigt beginnende Sklerotisierung seiner Epidermiszellen. Bei Carludovica plicata haben sich die Wände der Oberhautzellen erheblich verdickt. Die Verdickungsschichten sind netzförmig oder durch rundliche Poren durchbrochen. Viele Epidermiszellen der Carludovica funifera sind mit einer körnigen Substanz gefüllt, die sich zum Teil geschichtet an die Zellwände anlegt. Bisweilen läßt sich in diesen Schichten schwache Tüpfelung erkennen. Ähnlichen Inhalt besitzen auch einige Oberhautzellen von Carludovica subacaulis, Cyclanthus bipartitus und cristatus. Scheinbar handelt es sich um Übergangsstadien zu den oben

angeführten Verdickungserscheinungen. Über die Epidermis zieht sich eine ziemlich dünne meist glatte Cuticula hin. Bei Carludovica funifera, plicata und subacaulis sowie teilweise bei Cyclanthus bipartitus und cristatus zeigt sie auf dem Querschnitt warzenförmige Erhebungen. Diese Unebenheiten erweisen sich bei den drei ersten Arten auf der Flächenansicht als leistenartige, in der Längsrichtung des Stammes verlaufende Verdickungsstreifen.

Aus der an die Epidermis sich anschließenden Rindenschicht oder einer der nächstinneren hat sich bei der Mehrzahl der Stämme **Kork** entwickelt und zwar sind, selbst in den Internodien älterer Stämme, in der Regel nur wenige Lagen dünnwandiger Korkzellen vorhanden. Die Außenwände der äußersten Korkschicht sind gewöhnlich stark verdickt und verholzt. Bei Carludovica palmata und Ludovia crenifolia hat der Kork größere Mächtigkeit erreicht. Hier hat das Phellogen zunächst mehrere Korklagen gebildet und ist alsdann selbst verkorkt. Von der darunter liegenden Zellreihe des Rindengewebes ist die Korkerzeugung wieder aufgenommen worden. Eine derartige Erneuerung der Initialschicht hat sich mehrmals vollzogen. Ludovia zeigt stellenweise einen sechsfachen Wechsel der Korkinitialen. In der mittleren Zone des Korkringes sind bei dieser Art die Zellen eines Phellogens, das seine Tätigkeit eingestellt hat, zum größten Teile sklerotisiert. Bei Carludovica incisa und rotundifolia sind die Phellogenzellen, nachdem sie einige Reihen Korkzellen nach außen hin abgeschieden haben, in Sklereiden übergegangen. Die Zellen mehrerer Schichten des an ihre Innenseite sich anschließenden Rindengewebes sind gleichfalls zu Steinzellen geworden. Auch bei Carludovica palmifolia ist die Initialschicht sklerotisiert. Doch sind aus der darunter liegenden Zellreihe neue Korklagen hervorgegangen, von deren Zellen sich einige zu Steinzellen umgebildet haben. Gänzlich fehlt der Kork bei Cyclanthus bipartitus und cristatus. Dagegen

sind die Zellen der äußersten unter der sklerotisierten Epidermis gelagerten Rindenschichten in Sklereidenzellen übergegangen. Diese Umwandlung hat sich in dem von Cyclanthus cristatus untersuchten Rhizome noch wenig vollzogen.

Das parenchymatische **Rindengewebe** sowie das **Grundgewebe des Zentralzylinders** sind reich an Interstitien. Auf dem Querschnitt haben die Interzellularen meist dreiseitige, daneben auch vierseitige oder polygonale Gestalt. Polygonale Interstitien treten besonders häufig bei den Carludovicae simplicinerviae und den Cyclanthusarten auf. Hier erreichen sie zum Teil erhebliche Größe und zeigen verschiedene Form, dadurch hervorgerufen, daß die Zellen nur mit einem Teile ihrer Wände aneinander stoßen. Bei der Mehrzahl der Cyclanthaceen sind die äußeren Schichten der Rinde mehr oder weniger stark kollenchymatisch. Kleine, elliptische Poren durchsetzen vielfach die Wände der Zellen von Carludovica funifera, humilis, plicata, subacaulis, insignis, palmifolia, Ludovia crenifolia, Cyclanthus bipartitus und cristatus. Bei Carludovica insignis sind die getüpfelten Zellen außerdem noch verdickt und verholzt. Vor allem gilt dies für fast alle Zellen des Grundgewebes, das zwischen den am Außenrande des Zentralzylinders dicht gedrängt verlaufenden Gefäßbündeln lagert. Nur Zellen dieser Geweberegion sind bei Carludovia palmifolia verholzt und getüpfelt. Nachträgliche Teilungen durch tangentiale Querwände weisen häufig die Zellen der äußersten Rindenschichten von Carludovica funifera, humilis, plicata, macropoda, Moritziana und Cyclanthus cristatus auf.

Eine einschichtige **Endodermis,** die sich aus kleinen verkorkten Zellen zusammensetzt, umschließt bei der Mehrzahl der Stämme den Zentralzylinder. Völlig fehlt sie allein bei Carludovica palmata. Nur im unteren Teile des Rhizoms ist sie bei Carludovica incisa und rotundifolia ausgebildet. Auch zeigt sie hier verschiedentlich Lücken unverkorkter

Zellen, eine Erscheinung, die sich auch noch bei einigen anderen Cyclanthaceen, die eine nur verkorkte Endodermis besitzen, vorfindet. Oft sind im unteren Teile der Stämme von Carludovica incisa, rotundifolia, latifolia, Moritziana, Cyclanthus bipartitus und cristatus die Endodermiszellen zum Teil noch C-förmig schwach verdickt und verholzt. Die Verdickungsschichten sind von Tüpfeln durchsetzt. Bei Ludovia crenifolia sind alle Zellen der Endodermis in dieser Weise gefestigt. Sehr stark entwickelt ist die C-förmige Verdickung und Verholzung in allen Endodermiszellen der Arten: Carludovica funifera, humilis, plicata, subacaulis, insignis und palmifolia. Diese Schutzscheide hat noch dadurch eine erhebliche Verstärkung erfahren, daß die Zellen mehrerer Schichten des an ihre Innenseite sich anlehnenden Grundgewebes gleichfalls, jedoch allseitig, stark verdickt und verholzt sind. Alle diese Zellen sind getüpfelt. Carludovica humilis läßt derartige Erscheinungen nur im unteren Teile des Stammes erkennen.

Als **Inhaltsstoff** der Rinde und des Grundgewebes des Zentralzylinders ist vor allem die **Stärke** zu erwähnen. Ihre verschieden gestalteten Körner erfüllen in großen Mengen fast alle Zellen. In den peripherischen Schichten der Rinde, die bei den Carludovicae simplicinerviae und anomalae chlorophyllhaltig sind, findet sie sich mitunter weniger reichlich. Auch in den zu beiden Seiten der Endodermis gelegenen Zellschichten tritt die Stärke, die hier meist kleinkörniger ist, vielfach spärlicher auf. Besonders stärkereich sind die an die Schleimgänge und -lücken grenzenden Zellen. Auffallend wenige, nur kleine Stärkekörner, enthält das Zellgewebe von Ludovia crenifolia.

Gerbstoffe kommen in einem großen Teile der Cyclanthaceenstämme vor. In beträchtlichen Mengen sind sie in den Rhizomen der Carludovicae palmatae verbreitet. Hier lagern die Gerbstoff führenden Zellen, meist zu größeren Gruppen

vereinigt, in Rinde und Zentralzylinder. Bei Carludovica rotundifolia finden sie sich außer in den Korkzellen nur im Zentralcylinder, wo die Gruppen vorwiegend in Ringform die einzelnen Gefäßbündel umgeben. Zahlreich sind Gerbstoffzellen ebenfalls noch in den Stämmen von Carludovica funifera, latifolia, plicata und subacaulis verstreut. In der peripherischen Region der Rinde treten sie im allgemeinen am häufigsten auf. Nur auf die äußeren Rindenschichten beschränkt sich das Vorhandensein der Gerbstoffzellen bei Carludovica atrovirens, macropoda, microcephala und Moritziana. Bei Ludovia crenifolia enthalten nur die Korkzellen Gerbstoff.

Calciumoxalate, stets in der Form von Raphiden kristallisiert, sind in den Stämmen aller Cyclanthaceen verbreitet. In der Hauptsache sind diese Kristallnadeln, die verschiedene Länge und Stärke besitzen, zu mehr oder minder großen Bündeln vereinigt. Die Raphidenzellen sind überall im Gewebe eingesprengt. Am zahlreichsten liegen sie in der äußersten Rindenhälfte. Vielfach sind die Raphidenbündel in Schleim eingebettet. Kleine Haufen regellos durcheinander lagernder Raphiden sind im Zellgewebe der Carludovica palmata und rotundifolia verbreitet. Vorwiegend kleine Raphidenbündel, selten größere in besonders weitlumigen und langgestreckten Zellen, weisen die Carludovicae triplinerviae auf. Nur bei Carludovica latifolia lassen sich häufiger große Raphidenbündel erkennen. Bei Carludovica funifera begleiten öfters größere Raphidenzellen die Gefäßbündel an ihrem Außenrande. Die Carludovicae simplicinerviae und anomalae sowie Ludovia haben neben kleineren Raphidenbündeln auch eine Menge solcher Bündel, die sich aus starken und langen Kristallnadeln zusammensetzen. Sie lagern in großen, in die Länge gedehnten, mitunter fast schlauchförmigen Zellen. Kleine, aus feinen Raphiden bestehende Bündel, die in der Regel zu mehreren in einer Zelle liegen, finden sich in den Rhizomen der Cyclanthusarten Bei Cyclanthus bipartitus

kommen daneben noch viele größere Raphidenzellen mit längeren Bündeln vor, welche die Sklerenchymfaserstränge der Rinde auf ihrer Außenseite begleiten. Auffallend weitlumige, meist schlauchförmig gestreckte, Schleim führende Zellen, die im Schleim eingebettet nahezu immer sehr lange Raphidenbündel oder Haufen von Kristallnadeln enthalten, lassen sich in beträchtlichen Mengen neben kleinen Raphidenzellen in den Rhizomen der Carludovicae palmatae, besonders der Art palmata, beobachten.

Schleimgänge oder **-lücken** durchsetzen die meisten Cyclanthaceenstämme. Sie fehlen bei der Gattung Cyclanthus und bei Carludovica insignis. Nach ihrer Gestalt und ihrer Anordnung lassen sich mehrere Gruppen der Cyclanthaceen unterscheiden. Alle diese Sekretgänge sind schizogen entstanden und von kleinen, dünnwandigen, rundlichen Zellen umgeben, vielfach verzweigen sie sich oder sind durch Anastomosen miteinander verbunden. Die Carludovicae palmatae besitzen Schleimgänge und -lücken, die unregelmäßigen, nur selten rundlichen Querschnitt haben. Sie verlaufen in großer Zahl allenthalben im Rindengewebe, weniger zahlreich im Zentralzylinder und zwar hauptsächlich nur im mittleren Teile desselben. In den Stämmen der Carludovicae triplinerviae und der Carludovica palmifolia lagern ungleichmäßig gestaltete Schleimgänge und -lücken, die mehr oder minder stark tangential in die Breite gezogen sind, zu einem Ring angeordnet nahe der Endodermis um den Zentralzylinder herum. Sie verzweigen sich und anastomosieren miteinander nur in der Tangentialebene. Spärlich und regellos verteilt treten Schleimgänge und -lücken von verschiedener Gestalt im Zentralzylinder, jedoch allein in der mittleren Region, auf. Mitunter fehlen sie hier gänzlich. Zahlreiche Schleimgänge mit gewöhnlich rundlichem Querschnitt durchziehen ohne irgendwelche Regelmäßigkeit das Rindengewebe der Carludovicae simplicinerviae. Im Zentralzylinder beschränkt sich

ihr Vorhandensein auf die mittlere Zone. Auch treten sie hier in geringerer Zahl auf. Die Schleimgänge von Ludovia crenifolia haben kreisrunde Gestalt und sind in der mittleren Rindenregion zu einem Ring gruppiert. Nur wenige Gänge lassen sich im zentralen Teile der Gefäßbündelregion wahrnehmen.

Sphärite, die sich beim Liegen in Alkohol abgeschieden haben, kommen in den Stämmen von Carludovica lancifolia, macropoda, microcephala, Moritziana und Ludovia crenifolia vor. Zum Teil lassen sie keine Struktur erkennen, zum Teil haben sie die typische Beschaffenheit der Sphärokristalle. Sie bestehen aus einer Calciumverbindung, vielleicht Calciumphosphat. Besonders reichlich haben sie sich im peripherischen Teile der Rinde und an den Wänden der Schleimgänge abgesetzt.

In der Rinde fast aller Cyclanthaceen verlaufen **Sklerenchymfaserstränge** und meist kleinere kollaterale **Gefäßbündel.** Die Sklerenchymfaserstränge liegen vorwiegend in der äußeren Rindenhälfte, während die Gefäßbündel mehr in der inneren Rindenregion verteilt sind. Letztere haben in der Regel einen auf wenige englumige Elemente reduzierten Gefäßteil, der verschiedentlich gänzlich verschwindet, sodaß nur noch ein kleines Phloem vorhanden ist. Zum größten Teile sind diese Gefäßbündel auf Phloem- und Xylemseite von einem mehr oder weniger starken Faserbelage bedeckt. Bei den Cyclanthusarten zeigen sie einen starken, halbmondförmigen Faserbelag nur auf der Phloemseite. Die nahe der Endodermis gelegenen Gefäßbündel sind bei Carludovica plicata und subacaulis gewöhnlich von einer verkorkten Endodermis umgeben, deren Zellen außerdem noch C-förmig verdickt und verholzt sind. Tüpfel durchsetzen die Verdickungsschicht. Von wechselnder Größe ist die Menge, in der Sklerenchymfaserstränge und Gefäßbündel in der Rinde auftreten. Zahlreich finden sie sich in den Stämmen, die langgestreckte Internodien auf-

weisen, so bei den Carludovicae simplicinerviae und anomalae. Auch zeigen sie hier häufiger einen annähernd graden Verlauf in der Längsrichtung, während sie in Stämmen mit kurzen Internodien, in denen sie vereinzelter vorkommen, die Rinde stets in mehr oder minder schräger Richtung durchsetzen. In den von mir untersuchten, stark entwickelten und mit verschwindend kleinen Internodien versehenen Stämmen von Carludovica palmata, rotundifolia und latifolia fehlten sie vollständig. Eine Ausnahme machen in dieser Hinsicht die Rhizome der Cyclanthusarten. In ihrer Rinde sind Sklerenchymfaserstränge, weniger Gefäßbündel in auffallend großen Mengen verteilt.

Zahlreiche **Gefäßbündel** sind regellos **im Zentralzylinder** zerstreut. An der Peripherie sind sie dichter zusammengedrängt, während sie in der mittleren Region weit auseinander liegen. Die kleinsten Gefäßbündel verlaufen am Außenrande. Nach der Mitte hin nehmen sie allmählich an Größe zu. Ihr Querschnitt ist in der Hauptsache elliptisch, rundlich meist nur bei den peripherisch gelagerten Bündeln. In stärkeren Stämmen zeigen die Gefäßbündel vielfach, vorwiegend im inneren Teile des Zentralzylinders, sehr unruhigen und unregelmäßigen Verlauf. Ihr Bau und die Anordnung ihrer Elemente weist schon im Stamme jeder einzelnen Art große Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit auf. Es lassen sich nach dem Bau der Gefäßbündel vier größere Gruppen der Cyclanthaceen unterscheiden: Carludovicae palmatae, Carludovicae bifidae, Carludovicae anomalae und Ludovia, Cyclanthus.

Betrachten wir zunächst die Gefäßbündel der Carludovicae palmatae. An der Peripherie des Zentralzylinders sind typische kollaterale Bündel verteilt. Weiter nach innen zu folgen Übergangsstadien zu konzentrischen. Das Xylem umfaßt mehr oder minder U-förmig den Siebteil. Daran schließen sich nach der Mitte hin völlig konzentrische Bündel an. Sie sind bei Carludovica rotundifolia und incisa auf ihrer

Innenseite stets von einem schwachen Sklerenchymfaserbelage begleitet, den die kollateralen Bündel nur selten haben. Auch lagert bei diesen Arten im Phloem häufig eine mäßig große Sklerenchymfasergruppe. Im Innern des Zentralzylinders geben die Gefäßbündel zum größten Teile ihre konzentrische Form auf. Das Xylem ist in Gruppen, am häufigsten in vier, um das Phloem herum angeordnet. Meist ist die Innengruppe, die hier den Faserbelag hat, stärker entwickelt als die anderen Gruppen. Weniger ausgeprägt finden sich derartige Gefäßbündelstränge bei Carludovica palmata. Sie sind jedenfalls durch Aneinanderlagerung kollateraler Gefäßbündel mit ihrer Phloemseite gebildet worden.

Bei den Carludovicae bifidae liegen am Außenrande des Zentralzylinders nur wenige typisch kollaterale Gefäßbündel. Der größte Teil zeigt bereits Übergänge zu konzentrischen Bündeln, die nach der Mitte hin folgen. Bei den konzentrischen Gefäßbündeln ist die Hauptmasse des Xylems gewöhnlich auf die Innenseite verlagert. Alle diese Gefäßbündel sind von einer in der Regel geschlossenen Sklerenchymfaserscheide umgeben. Auf der Innenseite der Bündel ist sie sichelförmig am stärksten entwickelt. Mit der Größenzunahme der Gefäßbündel nach der Mitte hin gewinnt auch die Fasersichel an Mächtigkeit. Im Innern des Zentralzylinders lassen sich vorwiegend nur Gefäßbündelstränge beobachten, die mehr oder weniger typische Vereintläufigkeit kollateraler Bündel, die sich mit ihrer Phloemseite aneinander gelegt haben, aufweisen. Am häufigsten kommen Vereinigungen von vier Bündeln vor. Das größte findet sich stets auf der Innenseite. Teils sind die einzelnen miteinander verschmolzenen Bündel von einer geschlossenen Faserscheide umgeben, teils ist nur ihre Xylemseite von einem Faserbelage begleitet. Dementsprechend ist das Bild der gemeinsamen Gefäßbündelstränge sehr wechselnd und verschieden. Vielfach lassen sich Gruppen von Gefäßbündeln wahrnehmen, deren Zusammen-

schluß sich noch nicht oder noch nicht völlig vollzogen hat. Zwischen den konzentrischen und den vereintläufigen Gefäßbündelsträngen liegen viele Gefäßbündel, welche die mannigfachsten Übergangsstufen von der einen Form zur andern zeigen. Eine ausführliche Beschreibung derselben erübrigt sich an dieser Stelle, da ich darauf bereits bei der Besprechung der einzelnen Arten des Näheren eingegangen bin. Bei Carludovica plicata und subacaulis verlaufen zwischen den vereintläufigen Gefäßbündelsträngen verteilt noch kleinere oder größere kollaterale Bündel, die teilweise erheblich reduziert sind.

Als dritte größere Gruppe sind die Carludovicae anomalae und die Gattung Ludovia anzuführen. Im äußeren Teile des Zentralzylinders besitzen sie typische kollaterale Gefäßbündel, die von einem geschlossenen Faserringe umspannt sind. Auf diese Zone folgen nach innen zu in der Regel Gefäßbündelstränge, die typische Vereintläufigkeit von meist zwei bis vier Bündeln aufweisen. Bei Ludovia überwiegen die Gefäßbündelgruppen, die aus zwei Bündeln entstanden sind. Übergangsformen von kollateralen zu konzentrischen Gefäßbündeln finden sich mitunter bei Carludovica insignis und nur selten bei Carludovica palmifolia. Typische konzentrische Gefäßbündel lassen sich nirgends beobachten. Nur Carludovica insignis zeigt vereinzelte Gefäßbündelstränge, die Übergangsformen von vereintläufigen zu konzentrischen Bündeln darstellen.

Die Cyclanthusarten besitzen Gefäßbündel, die in ihrem Bau von denen der übrigen Cyclanthaceen nicht unbedeutend abweichen. In der äußeren Zone des Zentralzylinders liegen typisch kollaterale Gefäßbündel. Sie sind nur auf ihrer Phloemseite von einem starken, halbmondförmigen Sklerenchymfaserbelage begleitet. Nach der Mitte hin schließen sich Gefäßbündelstränge an, welche Vereintläufigkeit kollateraler Bündel, die sich mit dem Faserbelage ihres Phloems vereinigt haben, erkennen lassen. In der Haupt-

sache haben sich zwei bis vier Gefäßbündel, am häufigsten zwei, zu einem gemeinsamen Strange zusammengeschlossen.

Vereintläufigkeit kollateraler Gefäßbündel wurde bereits von v. Oven in seinen „Beiträgen zur Anatomie der Cyclanthaceen" für die Bündel des Blütenstandstieles von Cyclanthus cristatus erwähnt. Auch in den Stämmen der den Cyclanthaceen sehr nahe stehenden Familien der Araceen und Pandanaceen sind vielfach ähnliche Gefäßbündelvereinigungen beobachtet worden.

Systematische Einteilung
der
untersuchten Cyclanthaceen nach anatomischen Merkmalen ihrer Stämme.

A) Kollaterale und konzentrische Gefäßbündel sowie meist mehr oder minder deutliche Vereintläufigkeit kollateraler Bündel. Übergänge zwischen diesen Formen.

I Sklerenchymfaserbelag, wenn vorhanden, nur auf der Innenseite der kollateralen und konzentrischen Gefäßbündel: **Carludovicae palmatae.**

a) Rinde von einem mehrschichtigen Steinzellgürtel umspannt, der sich dem sklerotisierten Korkphellogen anschließt.

1. Gerbstoffzellen, zum Teil zu Gruppen vereinigt in Rinde und Zentralzylinder:
Carludovica incisa.

2. Gerbstoffzellen, vorwiegend in Gruppen, die häufig in Ringform die Gefäßbündel umgeben nur im Zentralzylinder vorhanden:
Carludovica rotundifolia.

b) Rinde von einem Korkring umfaßt, der aus wiederholten Initialschichten hervorgeht. Steinzellgürtel fehlt: **Carludovica palmata.**

II. Kollaterale und konzentrische Gefäßbündel von einer geschlossenen Sklerenchymfaserscheide umgeben; kolla-

terale Bündel, jedoch bei einigen Arten nur auf der Xylemseite von einem sichelförmigen Faserbelage begleitet: **Carludovicae bifidae.**

a) Unregelmäßig gestaltete und in die Breite gezogene Schleimgänge und -lücken in der Rinde nahe der Endodermis zu einem Ring um den Zentralzylinder angeordnet: **Carludovicae triplinerviae.**

b) Rundliche Schleimgänge regellos in der Rinde verteilt: **Carludovicae simplicinerviae.**

B) Kollaterale Gefäßbündel und bisweilen Übergangsformen zu konzentrischen. Völlig konzentrische Bündel kommen nicht vor. Stets typische Vereintläufigkeit kollateraler Bündel.

I. Gefäßbündel von einer geschlossenen Sklerenchymfaserscheide umgeben.

a) Schleimgänge, wenn sie sich vorfinden, unregelmäßig gestaltet, in die Breite gezogen und in der Rinde zu einem Ring um die Endodermis herum gruppiert: **Carludovicae anomalae.**

1. Schleimgänge fehlen: **Carludovica insignis.**

2. Schleimgänge vorhanden: **Carludovica palmifolia.**

b) Ein Kranz rundlicher Schleimgänge in der mittleren Rindenzone: **Ludovia crenifolia.**

II. Halbmondförmiger Sklerenchymfaserbelag nur auf der Phloemseite der Gefäßbündel: **Cyclanthus.**

a) Sklerenchymfaserstränge der Rinde an ihrem Außenrande von Raphidenzellen begleitet: **Cyclanthus bipartitus.**

b) Sklerenchymfaserbündel der Rinde nicht von Raphidenzellen begleitet: **Cyclanthus cristatus.**

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung . . . . . 5—7

Einzeluntersuchungen . . . . . 8—72

I. Gattung: **Carludovica** . . . . . 8—63

A. Carludovicae palmatae . . . . . 8—19

Carludovica incisa . . . . . 8—13

„ palmata . . . . . 13—16

„ rotundifolia . . . . . 16—19

B. Carludovicae bifidae . . . . . 20—55

1. Carludovicae triplinerviae . . . . . 20—38

Carludovica funifera . . . . . 20—24

„ humilis . . . . . 24—28

„ latifolia . . . . . 28—31

„ plicata . . . . . 31—34

„ subacaulis . . . . . 35—38

2. Carludovicae simplicinerviae . . . . . 39—55

Carludovica atrovirens . . . . . 39—42

„ lancifolia . . . . . 42—45

„ macropoda . . . . . 45—49

„ microcephala . . . . . 49—52

„ Moritziana . . . . . 52—55

C. Carludovicae anomalae . . . . . 56—63

Carludovica insignis . . . . . 56—59

„ palmifolia . . . . . 60—63

II. Gattung: **Ludovia** . . . . . 63—66

Ludovia crenifolia . . . . . 63—66

III. Gattung: **Cyclanthus** . . . . . 66—72

Cyclanthus bipartitus . . . . . 66—70

„ cristatus . . . . . 70—72

Vergleichende Übersicht über die anatomischen Verhältnisse der untersuchten Cyclanthaceenstämme . . . . . 73—83

Systematische Einteilung der untersuchten Cyclanthaceen nach anatomischen Merkmalen ihrer Stämme . . . . 83—84

Erklärung der Abbildungen 86

Abbildungen.

Erklärung der Abbildungen.

Abb. 1. **Carludovica incisa:** Sklereidenring unter dem Kork.

Abb. 2. **Carludovica incisa:** Vereintläufigkeit kollateraler Gefäßbündel.

Abb. 3. **Carludovica funifera:** Epidermis.

Abb. 4. **Carludovica microcephala:** Übergangsform von Vereintläufigkeit kollateraler Gefäßbündel zum konzentrischen Gefäßbündel.

Abb. 5. **Carludovica Moritziana:** Konzentrisches Gefäßbündel.

Abb. 6. **Carludovica Moritziana:** Übergangsform von Vereintläufigkeit kollateraler Gefäßbündel zum konzentrischen Gefäßbündel.

Abb. 7. **Carludovica insiguis:** Vereintläufigkeit kollateraler Gefäßbündel.

Abb. 8. **Ludovia crenifolia:** Kork.

Abb. 9. **Cyclanthus cristatus:** Kollaterales Gefäßbündel.

Abb. 10. **Cyclanthus cristatus:** Vereintläufigkeit kollateraler Gefäßbündel.

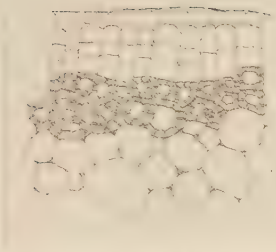

Abb. 1.

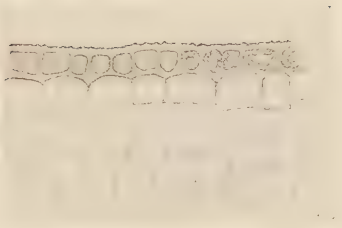

Abb. 3.

Abb. 2

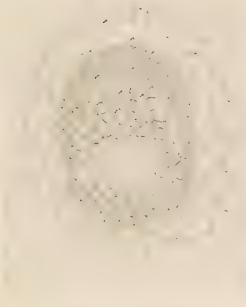

Abb. 5.

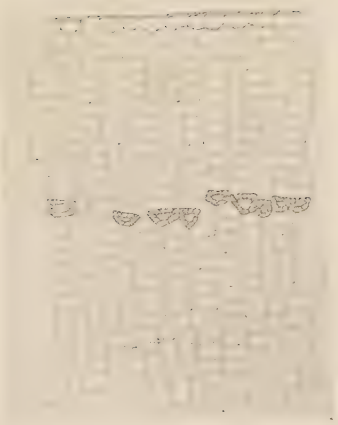

Abb 8.

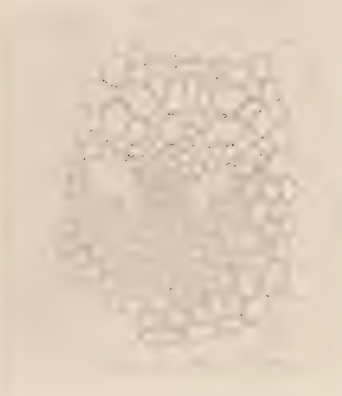

Abb. 9.

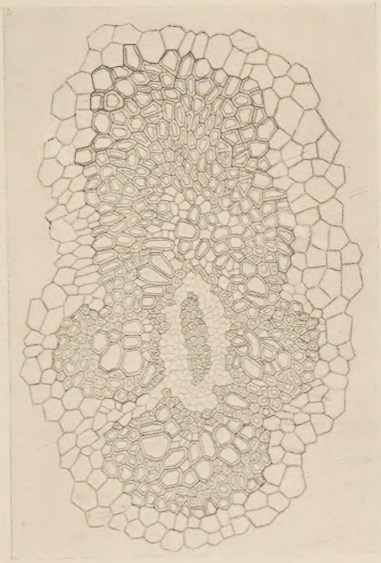

Abb. 4.

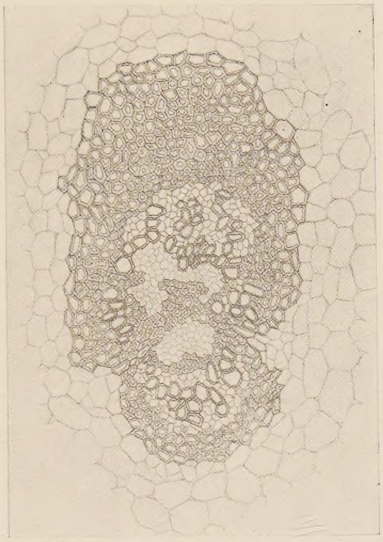

Abb. 6.

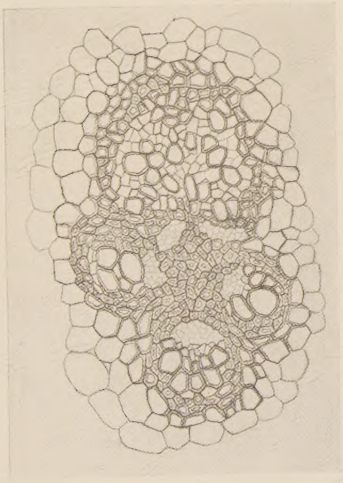

Abb 7.

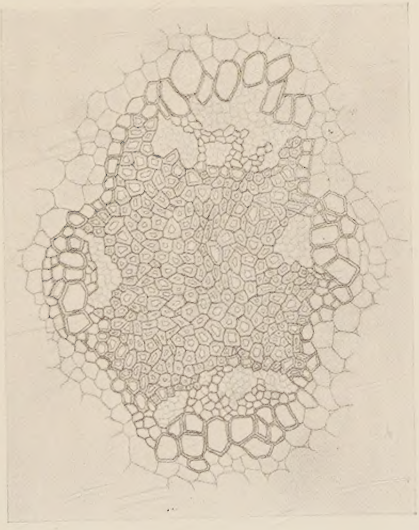

Abb. 10.

Lebenslauf.

Ich, Bernhard Besser, Sohn des Eisenbahn-Obersekretärs Reinhold Besser in Cassel, wurde am 20. September 1890 in Bestwig, Kreis Meschede, Reg.-Bez. Arnsberg, geboren. Von Ostern 1901 bis Weihnachten 1902 besuchte ich das Königliche Friedrichsgymnasium zu Cassel, von Weihnachten 1902 bis Ostern 1904 das Königliche Archigymnasium zu Soest, von Ostern 1904 an wieder das Königliche Friedrichsgymnasium zu Cassel, das ich Ostern 1910 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Ich widmete mich von Ostern 1910 an in Göttingen dem Studium der Naturwissenschaften, besuchte von Ostern 1911 bis Ostern 1912 die Universität zu München und studierte von Ostern 1912 an wieder in Göttingen. In München nahm ich teil an den Vorlesungen und Übungen der Herren Professoren: *Bayer, Doflein, Goebel, Hegi, Hertwig, Rothpletz,* in Göttingen: *Baumann, Berthold, Ehlers, Husserl, Kötz, Landau, Mügge, Müller, Peter, Riecke, Runge, Stille, Wallach.*

Allen meinen verehrten Lehrern sage ich an dieser Stelle für die Förderung meiner Studien meinen herzlichsten Dank.